



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ**  
**ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

*Πειραματική υλοποίηση του Trust and Tracing παιχνιδιού*  
-----  
*Experiments with the Trust and Tracing game*

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μαμούχας Γ. Κωνσταντίνος**

**Επιβλέποντες Καθηγητές : Δασκαλοπούλου Ασπασία**

**Επίκουρη Καθηγήτρια Π.Θ**

**Ακρίτας Αλκιβιάδης**

**Καθηγητής Π.Θ**

**Βόλος , Ιούλιος 2014**



# Περιεχόμενα

Περίληψη .....	3
Ευχαριστίες .....	5
<b>1 Εισαγωγή .....</b>	<b>7</b>
1.1 Εμπιστοσύνη : Μία σημαντική “σύνθετη” δύναμη .....	7
1.2 Περιγραφή του Trust and Tracing game .....	8
1.3 Διάρθρωση της διπλωματικής .....	9
<b>2 Υπόβαθρο .....</b>	<b>11</b>
2.1 Εμπιστοσύνη : Μία σημαντική “σύνθετη” δύναμη .....	11
2.2 Προσπάθεια ορισμού της έννοιας της εμπιστοσύνης .....	14
2.3 Επιστήμη των υπολογιστών και εμπιστοσύνη .....	20
2.3.1 Διαχείριση της εμπιστοσύνης .....	21
2.4 Ευφυείς Πράκτορες .....	23
2.4.1 Ορισμοί .....	24
2.4.2 Χαρακτηριστικά – Ιδιότητες .....	26
2.4.3 Κατηγοριοποίηση Πρακτόρων .....	29
2.4.4 Περιβάλλοντα Πρακτόρων .....	32
2.5 Πολυπρακτορικά Συστήματα (Multi-Agent Systems) .....	34
2.5.1 Ορισμός .....	34
2.5.2 Χαρακτηριστικά – Ιδιότητες .....	35
2.5.3 Δυσκολίες – Προβλήματα στα Πολυπρακτορικά Συστήματα .....	36

<b>3</b>	<b>Trust and Tracing game .....</b>	<b>38</b>
3.1	Περιγραφή .....	38
3.2	Προσέγγιση .....	39
3.3	Περιγραφή Πρακτόρων .....	44
<b>4</b>	<b>Προσομοίωση .....</b>	<b>48</b>
4.1	Παράδειγμα εκτέλεσης .....	48
<b>5</b>	<b>Συμπεράσματα και Μελλοντικές επεκτάσεις .....</b>	<b>68</b>
5.1	Συμπεράσματα .....	68
5.2	Μελλοντικές επεκτάσεις .....	69
<b>6</b>	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>71</b>

## Περίληψη

Η σπουδαιότητα της εμπιστοσύνης στις ανθρώπινες κοινωνίες έχει διατυπωθεί και αναλυθεί από πλήθος κοινωνιολόγων και άλλων ερευνητών . Η ραγδαία ανάπτυξη του διαδικτύου και των υπολογιστών έχουν αλλάξει ριζικά τη φυσιογνωμία των ανθρώπινων αλληλεπιδράσεων . Πολύ πιο εύκολα , γρήγορα και εύελικτα πλέον μπορούν να πραγματοποιηθούν συναλλαγές και συνεργασίες ηλεκτρονικά χωρίς την απαίτηση της φυσικής παρουσίας των συμμετεχόντων . Έτσι ολοένα και περισσότεροι ερευνητές έχουν στραφεί στην προσπάθεια να ενσωματώσουν την εμπιστοσύνη και τα χαρακτηριστικά της στις διάφορες ψηφιακές κοινωνίες .

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται εκτενής αναφορά στο ρόλο , τη σημασία και την διαχείριση της εμπιστοσύνης στην επιστήμη των υπολογιστών καθώς και μια λεπτομερής περιγραφή των ευφύων πρακτόρων και των πολυπρακτορικών συστημάτων μιας και αποτελούν το βασικό υπόβαθρο , της πειραματικής υλοποίησης του Trust and Tracing παιχνιδιού που πραγματοποιήθηκε .

Λέξεις κλειδιά :

πράκτορας , πολυπρακτορικό σύστημα , εμπιστοσύνη , φήμη , Trust and Tracing game , μοντέλο κεντρικής διαχείρισης εμπιστοσύνης , python .



## Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κύρια επιβλέπουσα της εργασίας αυτής , κα. Δασκαλοπούλου Ασπασία , για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση σε όλη την πορεία της εργασίας .

Επίσης , όλους τους φίλους και συμφοιτητές για την πολύτιμη βοήθειά τους και την στήριξή τους , στα εύκολα και στα δύσκολα όλα αυτά τα χρόνια των προπτυχιακών μου σπουδών .

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ από βάθους καρδιάς στους γονείς μου και την οικογένεια μου όπου χωρίς την απaráμιλλη στήριξή τους δε θα μπορούσε να επιτευχθεί τίποτα .





# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

### 1.1 Εμπιστοσύνη : Μία σημαντική “ σύνθετη ” δύναμη

Το 1716 , διαρκούντος του Μεγάλου Βορείου πολέμου , κατά την επίσκεψή τους στην Κοπεγχάγη , ο Μέγας Πέτρος και η Μεγάλη Αικατερίνη της Ρωσίας ανέβηκαν με την άμαξά τους στην κορυφή του Πύργου <sup>1</sup> για να θαυμάσουν τη θέα. Εκεί τους υποδέχτηκε ο τότε βασιλιάς Δανίας και Νορβηγίας Φρειδερίκος ο 4ος .

Ο Μέγας Πέτρος , σε μια απόπειρα απόδειξης της ευπείθειας του στρατεύματός του , διέταξε έναν από τους έμπιστους άνδρες του να πηδήξει από τον 42 μέτρων Πύργο . Ο Δανός βασιλιάς παρενέβη σώζοντας τον αξιωματικό . Ο Μέγας Πέτρος τον ρώτησε αν οι δικοί του υπήκοοι είναι τόσο υπάκουοι στις εντολές του, όσο οι δικοί του άνδρες στα πιο ακραία κελεύσματά του . Θρυλείται ότι ο Φρειδερίκος του απάντησε ότι στηρίζει τη βασιλεία του όχι στο φόβο αλλά στην εμπιστοσύνη του λαού του , ακριβώς επειδή οι εντολές του δεν είναι ακραίες .

Το ιστορικό αυτό παραλειπόμενο εγείρει το ζήτημα της εμπιστοσύνης ως θεμελίου μιας ευνομούμενης κοινωνίας . Ο φόβος του υπηκόου αντιπαράτίθεται ανεπιτυχώς με την εμπιστοσύνη του πολίτη .

---

<sup>1</sup> Η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το 1642 και είναι το παλαιότερο αστεροσκοπείο στην Ευρώπη. Έχει αντί σκαλοπατιών έναν ελικοειδή διάδρομο 210 μέτρων, που οδηγεί στην κορυφή του.

Η εμπιστοσύνη αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές “συνθετικές” δυνάμεις στην κοινωνία αναφέρει ο Simmel [1] . Διευκολύνει τη συνεργασία και κατ’ επέκταση τις διαπροσωπικές και κοινωνικές σχέσεις , αλλά και αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στη βιωσιμότητα των θεσμών και στην εξασφάλιση της κοινωνικής συνοχής . Ειδικά σε συνθήκες που χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα , επικινδυνότητα και έλλειψη επαρκούς γνώσης και πληροφόρησης , η εμπιστοσύνη αποτελεί προϋπόθεση για τη λήψη αποφάσεων και την ανάληψη δράσης .

## 1.2 Περιγραφή του Trust and Tracing game

Το Trust and Tracing game είναι ένα ερευνητικό εργαλείο σχεδιασμένο για την μελέτη της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων στην προσφορά προϊόντων σε απλά εμπορικά περιβάλλοντα που είναι διαμορφωμένα ως μία αλυσίδα . Εστιάζουμε ιδιαίτερα την προσοχή μας στην εμπιστοσύνη που δείχνει ο κάθε συμμετέχων στο κατά πόσο είναι σωστή η δηλωμένη ποιότητα του κάθε προϊόντος [2] .

Σύμφωνα με τους Tykhonov , Jonker , Meijer και Verwaart [3] , υπάρχουν πέντε ρόλοι . Οι Παραγωγοί (Producers) , οι Μεσάζοντες (Retailers) , οι Λιανοπωλητές (Retailers) , οι Καταναλωτές (Consumers) και ένας Οργανισμός εντοπισμού (Tracing Agency) .

Η πραγματική ποιότητα ενός εμπορεύματος είναι γνωστή μόνο από τους παραγωγούς . Οι πωλητές μπορούν να παραπλανήσουν τους αγοραστές όσον αφορά την πραγματική ποιότητα με σκοπό το κέρδος . Οι αγοραστές πρέπει είτε να βασίζονται σε πληροφορίες που παρέχονται από τους πωλητές ή να ζητήσουν την επίσημη αξιολόγηση της ποιότητας του προϊόντος από τον Οργανισμό εντοπισμού . Αυτό κοστίζει ένα τέλος αναζήτησης στον αγοραστή εάν το προϊόν είναι ότι δήλωσε ο πωλητής (ειλικρινής) . Το τέλος αυτό θα επιβαρύνει όμως τον πωλητή στην περίπτωση που είναι αναληθής μαζί με την επιβολή κάποιου προστίμου . Τα αποτελέσματα του Οργανισμού μπορούν είτε να ανακοινωθούν στους άμεσα ενδιαφερόμενους , είτε δημόσια σε όλους τους συμμετέχοντες ανάλογα με τις ρυθμίσεις του παιχνιδιού . Οι πωλητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν την αναφορά

του οργανισμού ως πιστοποιητικό ποιότητας του προϊόντος . Οι παραγωγοί δεν επιτρέπεται να ζητήσουν την συμβολή του οργανισμού με σκοπό να ωθήσουμε το περιβάλλον να πραγματοποιήσει τουλάχιστον μία συναλλαγή με όχι ελεγμένο – πιστοποιημένο προϊόν.

Η τιμή των προϊόντων διαφέρει από παραγωγούς σε μεσάζοντες και λιανοπωλητές και αυτό γιατί κάθε φορά κάθε κατηγορία παιχτών συνυπολογίζει μία προστιθέμενη αξία για να μπορεί να είναι κερδοφόρα .

### 1.3 Διάρθρωση της διπλωματικής

Στη διπλωματική αυτή αναπτύσσεται μία υλοποίηση του Trust and Tracing game , στην οποία οι εμπλεκόμενοι ρόλοι μοντελοποιούνται ως ευφυείς πράκτορες και το μοντέλο εμπιστοσύνης που υιοθετείται είναι κεντροποιημένο (centralized) .

Στο **κεφάλαιο 2** γίνεται αναφορά στην σημαντικότητα ύπαρξης εμπιστοσύνης καθώς και μία προσπάθεια ορισμού της έννοιας της . Στη συνέχεια γίνεται μία πιο συγκεκριμένη στόχευση του ρόλου της εμπιστοσύνης στην επιστήμη των υπολογιστών και μία γενική ανασκόπηση στα βασικά μοντέλα διαχείρισης της . Ακολουθεί η ανάλυση του τι εστί ευφυείς πράκτορας τα χαρακτηριστικά , οι ιδιότητες , η κατηγοριοποίηση που γίνεται βάσει αυτών , καθώς και τα περιβάλλοντα στα οποία “ζει” και λειτουργεί . Τέλος τα πολυπρακτορικά συστήματα που δημιουργεί η συνύπαρξη πολλών πρακτόρων τα κύρια χαρακτηριστικά , οι ιδιότητες, τα πλεονεκτήματα και συνάμα οι δυσκολίες και τα προβλήματα που μπορούν να δημιουργηθούν .

Στο **κεφάλαιο 3** δίνεται μία γενική περιγραφή του Trust and Tracing game καθώς και η προσέγγιση στην οποία στηρίχθηκε η συγκεκριμένη υλοποίηση .

Στο **κεφάλαιο 4** παρουσιάζεται και επεξηγείτε αναλυτικά ένα παράδειγμα εκτέλεσης του κώδικα της υλοποίησης που προσομοιώνει του παιχνίδι .

Στο **κεφάλαιο 5** γίνεται καταγραφή των συμπερασμάτων που προέκυψαν βάση των παρατηρήσεων των διάφορων σεναρίων εκτέλεσης . Παράλληλα καταγράφονται και οι πολλές και ενδιαφέρουσες δυνατότητες που υπάρχουν για μελλοντική δουλειά .

Στο **κεφάλαιο 6** παραθέτονται όλες οι αναφορές στην βιβλιογραφία που μελετήθηκε και χρησιμοποιήθηκε .

# Κεφάλαιο 2

## Υπόβαθρο

### 2.1 Εμπιστοσύνη : Μία σημαντική “ σύνθετη ” δύναμη

Το 1716 , διαρκούντος του Μεγάλου Βορείου πολέμου , κατά την επίσκεψή τους στην Κοπεγχάγη , ο Μέγας Πέτρος και η Μεγάλη Αικατερίνη της Ρωσίας ανέβηκαν με την άμαξά τους στην κορυφή του Πύργου <sup>2</sup> για να θαυμάσουν τη θέα. Εκεί τους υποδέχτηκε ο τότε βασιλιάς Δανίας και Νορβηγίας Φρειδερίκος ο 4ος .

Ο Μέγας Πέτρος , σε μια απόπειρα απόδειξης της ευπείθειας του στρατεύματός του , διέταξε έναν από τους έμπιστους άνδρες του να πηδήξει από τον 42 μέτρων Πύργο . Ο Δανός βασιλιάς παρενέβη σώζοντας τον αξιωματικό . Ο Μέγας Πέτρος τον ρώτησε αν οι δικοί του υπήκοοι είναι τόσο υπάκουοι στις εντολές του, όσο οι δικοί του άνδρες στα πιο ακραία κελεύσματά του . Θρυλείται ότι ο Φρειδερίκος του απάντησε ότι στηρίζει τη βασιλεία του όχι στο φόβο αλλά στην εμπιστοσύνη του λαού του , ακριβώς επειδή οι εντολές του δεν είναι ακραίες .

Το ιστορικό αυτό παραλειπόμενο εγείρει το ζήτημα της εμπιστοσύνης ως θεμέλιου μιας ευνομούμενης κοινωνίας . Ο φόβος του υπηκόου αντιπαρατίθεται ανεπιτυχώς με την εμπιστοσύνη του πολίτη .

---

<sup>2</sup> Η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το 1642 και είναι το παλαιότερο αστεροσκοπείο στην Ευρώπη. Έχει αντί σκαλοπατιών έναν ελικοειδή διάδρομο 210 μέτρων, που οδηγεί στην κορυφή του.

Η εμπιστοσύνη αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές “συνθετικές” δυνάμεις στην κοινωνία αναφέρει ο Simmel [1] . Διευκολύνει τη συνεργασία και κατ’ επέκταση τις διαπροσωπικές και κοινωνικές σχέσεις , αλλά και αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στη βιωσιμότητα των θεσμών και στην εξασφάλιση της κοινωνικής συνοχής . Ειδικά σε συνθήκες που χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα , επικινδυνότητα και έλλειψη επαρκούς γνώσης και πληροφόρησης , η εμπιστοσύνη αποτελεί προϋπόθεση για τη λήψη αποφάσεων και την ανάληψη δράσης . Ο Simmel είναι ο πρώτος κοινωνιολόγος που επεχείρησε να αναλύσει την έννοια της εμπιστοσύνης [4] .

Σε ένα μεγάλο μέρος του καθημερινού μας βίου αποφάσεις εμπιστοσύνης λαμβάνονται είτε άμεσα είτε έμμεσα . Για παράδειγμα η αγορά οποιουδήποτε προϊόντος από ένα κατάστημα . Μπορούμε να επιλέξουμε μία συγκεκριμένη μάρκα επειδή την έχουμε αγοράσει ξανά στο παρελθόν και μείναμε ικανοποιημένοι , ανταποκρίθηκε στις απαιτήσεις και εκπλήρωσε ικανοποιητικά τις προσδοκίες μας ή μας την πρότεινε κάποιος γνωστός μας , που εμπιστευόμαστε την κρίση και την άποψή του . Ένας ακόμα συνήθης λόγος προτίμησης μιας συγκεκριμένης μάρκας είναι η καλή φήμη που πιθανόν να έχει στην αγορά . Στην συνέχεια μετά την επιλογή της εταιρείας που παράγει το προϊόν που επιθυμούμε εμπιστευόμαστε άμεσα το κατάστημα ότι πουλάει γνήσια προϊόντα της συγκεκριμένης μάρκας και όχι απομιμήσεις . Έπειτα κατά την διάρκεια της συναλλαγής ο υπάλληλος του καταστήματος ελέγχει με την βοήθεια του ανιχνευτή γνησιότητας τα χρήματα που του δώσαμε ή το ηλεκτρονικό σύστημα συναλλαγής την πιστωτική μας κάρτα ανάλογα τον τρόπο πληρωμής . Ο υπάλληλος εμπιστεύεται τόσο τον ανιχνευτή γνησιότητας όσο και το ηλεκτρονικό σύστημα συναλλαγής .

Η εμπιστοσύνη είναι ένα εργαλείο για την μείωση της πολυπλοκότητας κατά τον Luhmann [5]. Αυτό επιτυγχάνεται έχοντας την εμπιστοσύνη να παρέχει την απαιτούμενη εσωτερική ασφάλεια πριν την ανάληψη μιας δράσης παρά την αβεβαιότητα και την ελλιπή πληροφόρηση .

Σε συναλλαγές όπου ο ενδιαφερόμενος (αγοραστής) επιζητά να αποκτήσει κάτι είτε αυτό είναι κάποιο αγαθό είτε κάποια υπηρεσία το οποίο το προπληρώνει , ο πάροχος (πωλητής) είναι πολύ πιθανό με απώτερο σκοπό την αύξηση του δικού του κέρδους πιο πολύ και όχι τη ζημία του άλλου να μπει στον πειρασμό να μην παράσχει τα συμφωνηθέντα αγαθά ή υπηρεσίες τόσο σε ποσότητα όσο και σε

ποιότητα . Αυτό όμως θέλοντας και μη θα οδηγήσει αναπόφευκτα σε ζημία τον άλλον . Στο βάθος οποιασδήποτε διμερής ανταλλαγής υπάρχει ένας πειρασμός για το συμβαλλόμενο μέρος που κινείται δεύτερο να αποκλίνει από τους συμφωνηθέντες όρους και να δράσει με τρόπο που οδηγεί σε μεμονωμένα κέρδη για αυτό και σε απώλειες για το άλλο συμβαλλόμενο μέρος [6] . Γι ' αυτό το λόγο η κοινωνία μας έχει δημιουργήσει και αναπτύξει ένα ευρύ φάσμα άτυπων μηχανισμών και επίσημων ιδρυμάτων για την διαχείριση τέτοιων κινδύνων και την διευκόλυνση των πάσης φύσεως συναλλαγών . Γραπτές εγγυήσεις , συμβόλαια , συμβάσεις , εμπορικοί νόμοι είναι κάποια παραδείγματα αυτών των θεσμών .

Αν και ο σχεδιασμός τέτοιων θεσμών βοηθούν κατά πολύ στη μείωση των κινδύνων που εμπεριέχονται σε μία συναλλαγή δεν καθίσταται δυνατό η πλήρη εξάλειψή τους . Για παράδειγμα στην αγορά ενός μεταχειρισμένου προϊόντος η αξιολόγηση της πραγματικής ποιότητας του , μπορεί να γίνει μετά την ολοκλήρωση της συναλλαγής και αφού έχει μεσολαβήσει κάποιο σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα . Σε αυτές τις περιπτώσεις για να πραγματοποιηθεί η οποιαδήποτε συναλλαγή το συμβαλλόμενο μέρος που κινείται πρώτο πρέπει να δείξει εμπιστοσύνη στο συμβαλλόμενο μέρος που κινείται δεύτερο ότι πράγματι είναι αξιόπιστο και ότι θα τηρήσει τις υποχρεώσεις του .

Στις παραδοσιακές κοινωνίες όπου οι συναλλαγές λαμβάνουν μέρος μέσω της επικοινωνίας πρόσωπο με πρόσωπο η απόκτηση εμπιστοσύνης απέναντι στην οντότητα που συναναστρεφόμαστε και αλληλεπιδρούμε βασίζεται σε διάφορα στοιχεία λογικά και ορθολογιστικά αλλά πολλές φορές και σε καθαρά διαισθητικά . Για παράδειγμα τείνουμε να εμπιστευτούμε κάποιον με σκοπό τη συνεργασία μαζί του στηριζόμενοι στην ωραία και σοβαρή εμφάνισή του ή στον τόνο της φωνής του . Κάνουμε κάποιον έλεγχο ρωτώντας ήδη συνεργάτες μας που τους εμπιστευόμαστε οι οποίοι ήδη συνεργάζονται ή είχαν κάποια εμπειρία συνεργασίας μαζί του στο παρελθόν . Όλα αυτά τα στοιχεία και οι εμπειρίες δημιουργούν μία πρώτη εικόνα των πιθανών συνεργατών μας . Την υπόληψη , φήμη (Reputation) . Αν η εικόνα για την υπόληψη του υποψήφιου συνεργάτη είναι θετική και υπάρξει από την πλευρά μας η απαραίτητη εμπιστοσύνη που χρειάζεται για την έναρξη της οποιασδήποτε συνεργασίας μαζί του, στο τέλος εάν αποδειχτεί όντως σαν οντότητα αξιόπιστη γινόμαστε λίγο απρόθυμοι να στραφούμε σε άλλες οντότητες ακόμα και αν οι προστάσεις τους φαίνονται πιο συμφέρουσες .

## 2.2 Προσπάθεια ορισμού της έννοιας της εμπιστοσύνης

Η έννοια της εμπιστοσύνης είναι ένα έμφυτο και ανυπόστατο στοιχείο της ανθρώπινης ύπαρξης . Οι αλληλεπιδράσεις μας στην κοινωνία επηρεάζονται από το βαθμό εμπιστοσύνης που δείχνουμε στις οντότητες που συναναστρεφόμαστε . Συνεπώς παίζει μεγάλο ρόλο στη ζωή μας καθώς μπορεί να καθορίσει τη λήψη σημαντικών αποφάσεων . Κάθε άνθρωπος την αντιλαμβάνεται και την διαχειρίζεται διαφορετικά . Αυτό καθορίζεται από τις εμπειρίες και τα βιώματα του καθενός . Σαν αποτέλεσμα αυτού δημιουργείται μία έλλειψη συνάφειας μεταξύ των διάφορων ερευνητών αναφορικά με την διατύπωση ενός ακριβή ορισμού της έννοιας της εμπιστοσύνης [7] .

Η εμπιστοσύνη είναι ένα πολυδιάστατο θέμα άρρηκτα συνδεδεμένο με την καθημερινότητα μας έχει ήδη αναφερθεί . Σαν συνέπεια των παραπάνω έχει γίνει αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών πέρα από αυτών της πληροφορικής . Κοινωνιολόγοι , μαθηματικοί , ψυχολόγοι , οικονομολόγοι , φιλόσοφοι ακόμα και ιστορικοί έχουν πραγματοποιήσει μελέτες για την έννοια της εμπιστοσύνης . Η σημασία της εμπιστοσύνης όπως χρησιμοποιείται από τον κάθε ερευνητή ποικίλει ανάλογα με το αντικείμενο της κάθε εργασίας , το επιστημονικό του υπόβαθρο , ακόμη και τις προσωπικές του εμπειρίες και την αντίληψη που έχει για την ζωή [7] . Γενικά μπορούμε να πούμε ότι μία σχέση εμπιστοσύνης περιλαμβάνει δύο μέρη τον εμπιστευτή (trustor) το ενεργητικό θα μπορούσαμε να πούμε κατά κάποιο τρόπο μέρος , αυτόν δηλαδή που δείχνει εμπιστοσύνη και από την άλλη μεριά ο εμπιστευόμενος (trustee) το αντίστοιχο παθητικό μέρος αυτής της κατευθυνόμενης σχέσης το οποίο επιδέχεται την εμπιστοσύνη του πρώτου . Βέβαια υπάρχουν και περιπτώσεις όπου αυτό δεν ισχύει απόλυτα καθώς και τα δύο μέρη μπορεί να παίζουν τόσο τον ρόλο του εμπιστευτή όσο και τον ρόλο του εμπιστευόμενου . Για παράδειγμα δύο συνέταιροι σε μία επιχείρηση ή ακόμα πιο απλά ένα αντρόγυνο .

Στην πανταχού παρούσα στην καθημερινότητας μας έννοια της εμπιστοσύνης, κατά καιρούς έχουν αποδοθεί διάφοροι ορισμοί από πολλούς ερευνητές και μη . Αξίζει να αναφέρουμε πολλούς από αυτούς και να τους παρουσιάσουμε όπως στην εργασία του ο Grandison [7] .



Το λεξικό Webster ορίζει την εμπιστοσύνη ως :

*Μία υποτιθέμενη εξάρτηση σε ένα πρόσωπο ή πράγμα . Μία σίγουρη εξάρτηση στον χαρακτήρα , ικανότητα , δύναμη ή αλήθεια κάποιου ανθρώπου ή κάποιου πράγματος ή μία υποχρέωση ή καθήκον που επιβάλλεται βάση πίστης ή σιγουριάς ή σαν συνθήκη μιας σχέσης ή το να είμαι σίγουρος (για μια οντότητα).*

Και στους τρεις ορισμούς καταδεικνύονται οι κοινές ερμηνείες από το κοινωνικό πλαίσιο .

Σύμφωνα με το λεξικό της Οξφόρδης η εμπιστοσύνη είναι :

*Η ακλόνητη πεποίθηση στην αξιοπιστία ή αλήθεια ή δύναμη μιας οντότητας .*

Αυτή είναι μία γενικότερη θεώρηση του όρου , αλλά είναι δύσκολο να ερμηνεύσουμε τον όρο δύναμη στην πληροφορική .

Οι Kini και Choobineh [8] στην μελέτη τους για το θεωρητικό πλαίσιο της εμπιστοσύνης χρησιμοποιούν τον ορισμό του λεξικού Webster και εξετάζουν την εμπιστοσύνη από την σκοπιά των κοινωνιολόγων , οικονομολόγων και κοινωνικών ψυχολόγων . Επισημαίνουν τα στοιχεία που υποδεικνύουν αυτοί οι ορισμοί και συνδυάζουν τα αποτελέσματα τους με την κοινωνικοψυχολογική πλευρά της εμπιστοσύνης για να αποδώσουν τον δικό τους ορισμό της εμπιστοσύνης σε ένα σύστημα :

*Μία πεποίθηση η οποία επηρεάζεται από τις απόψεις του ατόμου για συγκεκριμένα κρίσιμα χαρακτηριστικά του συστήματος .*

Αυτός ο ορισμός εκφράζει μόνο την εμπιστοσύνη στα όρια του συστήματος και αποκλείει άλλες διαστάσεις της έννοιας όπως εμπιστοσύνη στην διαδικασία των ηλεκτρονικών συναλλαγών και στις ικανότητες και στην ειλικρίνεια του εμπιστευόμενου , στοιχεία ιδιαίτερα σημαντικά για τις εφαρμογές στο διαδίκτυο.

Η ευρωπαϊκή επιτροπή Joint Research Centre (Jones και Morris , [9]) εξετάζοντας το θέμα από την επιχειρηματική του σκοπιά ορίζει την εμπιστοσύνη ως :

*Η ιδιότητα μιας επιχειρηματικής σχέσης , τέτοιας ώστε εξάρτηση δύναται να τοποθετηθεί στους επιχειρηματικούς συνεργάτες και στις επιχειρηματικές συναλλαγές που αναπτύσσονται μεταξύ τους .*

Αυτός ο ορισμός προέρχεται από τη σκοπιά της διοίκησης επιχειρήσεων και παραλείπει να αναφέρει στοιχεία απαραίτητα για την επιστήμη των υπολογιστών όπως την εξάρτηση στην υποδομή υλικού και λογισμικού που χρειάζεται για την πραγματοποίηση διαδικτυακών συναλλαγών .

Σύμφωνα με τους Lewis και Weighert [10] η εμπιστοσύνη εκφράζεται ως :

*Παρατηρήσεις που υποδεικνύουν ότι τα μέλη ενός συστήματος ενεργούν σύμφωνα με και είναι ασφαλή μέσα στα αναμενόμενα μελλούμενα που απαρτίζονται από την παρουσία του καθενός για τις συμβολικές τους αναπαραστάσεις .*

Ο άνωθεν ορισμός περικλείει την έννοια μελών συστήματος που έχουν προσδοκίες . Ωστόσο ο ορισμός φαίνεται να υποθέτει ότι οι προσδοκίες αυτές είναι θετικές . Αυτό δεν αποτελεί πάντα τον κανόνα στον κόσμο του διαδικτύου .

Οι Mayer και Davis [11] εισάγουν μία επιπλέον διάσταση στον ορισμό τους . Θεωρούν την εμπιστοσύνη σαν :

*Την βούληση μιας ομάδας ατόμων να είναι ευάλωτη στις ενέργειες μιας άλλης ομάδας ατόμων βασισμένη στην προσδοκία ότι η άλλη ομάδα θα επιτελέσει μία συγκεκριμένη εργασία σημαντική για τον εμπιστευτή , άσχετα με την δυνατότητα παρακολούθησης ή ελέγχου της άλλης ομάδας .*

Αυτός ο ορισμός υπονοεί ένα στοιχείο , του να έχεις την δυνατότητα να παρακολουθείς την εμπιστοσύνη και να επαναξιολογείς μία απόφαση .

Ο Zand [12] ορίζει την εμπιστοσύνη ως :

*Την βούληση να είσαι ευάλωτος βασιζόμενος σε θετικές προσδοκίες σχετικά με τις ενέργειες των άλλων .*

Ωστόσο αυτό δεν συμβαίνει πάντα ούτε στον ηλεκτρονικό ούτε στον πραγματικό κόσμο . Ίσως να θέλω να είμαι ευάλωτος όταν υπάρχει χαμηλή αξία προϊόντος ή υπηρεσίας .

Οι Currall και Judge [13] ορίζουν την εμπιστοσύνη ως :

*Η εξάρτηση ενός ατόμου σε μία άλλη ομάδα ατόμων υπό συνθήκες εξαρτησιμότητας και ρίσκου .*

Η εξαρτησιμότητα υπονοεί έναν υψηλό βαθμό εξάρτησης ανάμεσα σε όλες τις αναμεμιγμένες οντότητες . Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη μιας αμοιβαίας σχέσης ανάμεσα σε εμπιστευμένο (trustor) και εμπιστευτή (trustee) . Αυτή δεν είναι μια κατάλληλη υπόθεση που να ευσταθεί στον κόσμο του Διαδικτύου .

Οι Mui , Montashemi και Halberstadt [14] ορίζουν την εμπιστοσύνη ως :

*Μία υποκειμενική προσδοκία που ένας πελάτης έχει σχετικά με την μελλοντική συμπεριφορά κάποιου άλλου βασισμένη στο ιστορικό των προηγούμενων συναντήσεών τους .*

Αυτός ο ορισμός διαφωτίζει την υποκειμενική φύση της εμπιστοσύνης . Επιπλέον δείχνει την ανάγκη για εκμάθηση από προηγούμενες εμπειρίες υπονοώντας την έννοια της υπόληψης .

Ωστόσο όμως , στην όχι και τόσο σπάνια περίπτωση όπου μία οντότητα καλείτε να αλληλεπιδράσει με μια άλλη για πρώτη φορά , τότε μπορούμε να υιοθετήσουμε τον ορισμό που έχει προσδώσει ο Josang [15] .

*Η εμπιστοσύνη είναι η πεποίθηση που μία οντότητα έχει για μια άλλη , βάση πρότερων εμπειριών , γνώση για την φύση της οντότητας και συστάσεις από εμπιστευόμενες άλλες οντότητες . Αυτή η πεποίθηση εκφράζει μια προσδοκία για την συμπεριφορά της οντότητας για την οποία ενυπάρχει ρίσκο .*

Ο παραπάνω ορισμός εμπρικλείει την έννοια των συστάσεων από ήδη εμπιστευόμενες οντότητες , συνεπώς και την ανάγκη του υποψήφιου εμπιστευόμενου να έχει δημιουργήσει μια θετική φήμη . Στοιχείο πολύ σημαντικό και χρήσιμο όταν μία οντότητα συναλλάσσεται με μία άλλη για πρώτη φορά .

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η ερμηνεία που έχει αποδώσει ο Dimitrakos [16] διότι εισάγει στην έννοια της εμπιστοσύνης την ποσοτικοποίηση και την μέτρησής της αναφέροντας ότι :

*Η εμπιστοσύνη του A στον B για μια υπηρεσία X είναι η μετρήσιμη πεποίθηση που έχει ο A ότι ο B θα συμπεριφερθεί εξαρτημένα για μια συγκεκριμένη περίοδο και εντός των ορίων ενός συγκεκριμένου πλαισίου σε συνάρτηση με την υπηρεσία X .*

*Όπου :*

*Ο A ή ο B μπορεί να είναι μια ξεχωριστή οντότητα , μια συλλογή ανθρώπων ή διεργασιών ή ένα σύστημα .*

*Ο όρος υπηρεσία περιλαμβάνει συναλλαγές , συστάσεις , έκδοση πιστοποιητικών , διαπιστευτηρίων , κτλ .*

*Ο όρος περίοδος μπορεί να αναφέρεται στο παρελθόν , στη διάρκεια της υπηρεσίας , στο μέλλον ή να μην έχει καθόλου χρονικά όρια .*

*Ο όρος εξαρτησιμότητα με την ευρεία έννοια συμπεριλαμβάνει την αξιοπιστία , την ασφάλεια την διατηρησιμότητα και την επικαιρότητα .*

*Ο όρος περιβάλλον αναφέρεται στις σχετικές με την υπηρεσία συμφωνίες , στην ιστορία της υπηρεσίας , στις τεχνολογικές υποδομές , στα νομοθετικά και κανονιστικά πλαίσια που εφαρμόζονται .*

Επιπλέον ο Dimitrakos τονίζει την διαφορά μεταξύ μη – εμπιστοσύνης και έλλειψης εμπιστοσύνης . Πολύ ορθά αναφέρει ότι υπάρχει ουσιαστική διαφορά το να μην εμπιστεύεσαι κάποιον (μη - εμπιστοσύνη) από το να μην γνωρίζω ή να μην έχω

ενδείξεις για το αν είναι συνετό να εμπιστευθώ ή όχι κάποιον . Έτσι καταλήγει στο να ορίσει την

*Μη – εμπιστοσύνη του A στον B για μια υπηρεσία X σαν την μετρήσιμη πεποίθηση του A ότι ο B δεν θα συμπεριφερθεί εξαρτημένα για μια συγκεκριμένη περίοδο και εντός ενός συγκεκριμένου πλαισίου σε συνάρτηση με την υπηρεσία X .*

Τέλος ο Grandison στην εργασία του σαφώς επηρεασμένος από τον Dimitrako ως προς την ιδέα της ποσοτικοποίησης της μετρησιμότητας και της ένταξής της εντός ενός συγκεκριμένου πλαισίου δίνει τον δικό του ορισμό στην έννοια της εμπιστοσύνης και την ορίζει ως :

*Την ποσοτικοποιημένη πεποίθηση από έναν εμπιστευτή (trustor) αναφορικά με την επάρκεια , ειλικρίνεια , ασφάλεια και εξαρτησιμότητα ενός εμπιστευόμενου (trustee) εντός των ορίων ενός συγκεκριμένου πλαισίου .*

Επιπρόσθετα ορίζει και την μη – εμπιστοσύνη ως :

*Την ποσοτικοποιημένη πεποίθηση από έναν εμπιστευτή αναφορικά με την ανεπάρκεια , μη ασφάλεια , και ανεξαρτησιμότητα ενός εμπιστευόμενου εντός ορίων ενός συγκεκριμένου πλαισίου .*

Όπως αναφέραμε και στην αρχή αυτής ενότητας το θέμα της εμπιστοσύνης έχει γίνει αντικείμενο μελέτης ερευνητών πολλών και διαφορετικών ειδικοτήτων γι' αυτό άλλωστε και η πλούσια βιβλιογραφία γι' αυτήν σε τομείς όπως η φιλοσοφία , κοινωνιολογία , ψυχολογία , διοίκηση επιχειρήσεων , μάρκετινγκ , κτλ. Παρ' όλα αυτά σε όλους τους ορισμούς που παρουσιάστηκαν παραπάνω μπορούμε να διακρίνουμε ένα κοινό κεντρικό στοιχείο . Το γεγονός ότι η εμπιστοσύνη είναι μία υποκειμενική πεποίθηση ή πίστη και ότι αυτή η πεποίθηση εκφράζει μια προσδοκία για την συμπεριφορά μιας οντότητας .

## 2.3 Επιστήμη των υπολογιστών και εμπιστοσύνη

Η εμπιστοσύνη έχει μία σιωπηλή παρουσία σε όλες τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις [17] . Όπως αναφέρει ο Καλυβας [18] , η κοινωνική αλληλεπίδραση η ίδια έχει εξελιχθεί ταχύτατα σε μία έννοια που εκτείνεται πέρα από πολλαπλά γεωγραφικά , πολιτικά και πολιτισμικά όρια . Οι εικονικές κοινότητες είναι τόσο αληθινές όσο και οι κοινότητες που συναντιούνται φυσικά ή εκείνες των οποίων τα μέλη συνυπάρχουν στην κατάλληλη εγγύτητα . Κατά συνέπεια , οποιονδήποτε ρόλο η εμπιστοσύνη διαδραματίζει σε αυτές τις φυσικές κοινότητες διαδραματίζει επίσης και στις εικονικές , μιας και τελικά , όλες οι εικονικές αλληλεπιδράσεις είναι συνδεδεμένες με τον άνθρωπο . Αυτό ισχύει ακόμη και για τεχνητές οντότητες όπως οι πράκτορες λογισμικού δεδομένου ότι είναι προγράμματα που δημιουργούνται για να εξυπηρετήσουν ένα ανθρώπινο πρόσωπο και το αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεών τους ανατροφοδοτείται πίσω στους ανθρώπους με τη μία μορφή ή την άλλη .

Η ραγδαία ανάπτυξη του διαδικτύου και η ολοένα αύξηση των χρηστών του τείνει να κάνει τον ρόλο της εμπιστοσύνης μεγαλύτερης σημασίας στον ηλεκτρονικό κόσμο και οι προσπάθειες των ερευνητών στρέφονται πλέον στην ενσωμάτωση των χαρακτηριστικών της στις ψηφιακές κοινωνίες . Τα πολυπρακτορικά συστήματα και το ηλεκτρονικό εμπόριο αποτελούν μερικές από τις πιο προφανείς περιοχές εφαρμογής των αρχών και των χαρακτηριστικών της εμπιστοσύνης .

Όπως πολύ εύστοχα ο Μπαλταγιάννης [19] τοποθετεί την έννοια της εμπιστοσύνης να έχει νόημα σε περιβάλλοντα όπου υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με το ενδεχόμενο να παρουσιαστεί κακόβουλη ή ανεπιθύμητη συμπεριφορά . Ιδιαίτερα σε εφαρμογές με online συναλλαγές , υπάρχει πάντα ο εγγενής κίνδυνος εξαπάτησης , καθώς δεν είναι δυνατό τα συναλλασσόμενα μέρη να γνωρίζουν με βεβαιότητα τις προθέσεις και την αξιοπιστία της άλλης πλευράς . Η εμπιστοσύνη μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση του ρίσκου που εμπεριέχουν τα online περιβάλλοντα, βοηθώντας με τον τρόπο αυτό στη βελτίωση της ασφάλειας που προσφέρουν και κατ' επέκταση στην ενίσχυση της αποδοχής τους από τους πολίτες .

### 2.3.1 Διαχείριση της εμπιστοσύνης

Η ραγδαία ανάπτυξη του διαδικτύου και γενικά ολόκληρης της επιστήμης των υπολογιστών τείνουν να αλλάξουν την φυσιογνωμία των ανθρώπινων αλληλεπιδράσεων . Συναλλαγές , ακόμα και συνεργασίες μεταξύ φυσικών προσώπων πλέον μπορούν να πραγματοποιηθούν ηλεκτρονικά χωρίς την φυσική παρουσία των συμμετεχόντων . Τα online αυτά συστήματα που εξυπηρετούν τέτοιου είδους συναναστροφές πρέπει απαραίτητα να εμπνέουν εμπιστοσύνη στους χρήστες . Από εδώ λοιπόν προέκυψε η ανάγκη ανάπτυξης τεχνικών που να επιτρέπουν στους χρήστες να εκτιμούν την αξιοπιστία των άλλων χρηστών από τη μία , ενώ από την άλλη να μπορούν και οι ίδιοι να διαμορφώσουν τη δική τους εικόνα αξιοπιστίας που αντιλαμβάνονται οι άλλοι χρήστες – μέλη της κοινωνίας . Έτσι το 1996 βλέπουμε για πρώτη φορά από τους Blaze , Feigenbaum και Lacy [19] , [20] , να εισάγουν και να ορίζουν την έννοια της διαχείρισης εμπιστοσύνης ως :

*Μία ενοποιημένη προσέγγιση για τον προσδιορισμό και την ερμηνεία πολιτικών ασφαλείας , διαπιστευτηρίων και σχέσεων που επιτρέπουν την απ' ευθείας εξουσιοδότηση κρίσιμων ως προς την ασφάλεια ενεργειών .*

Μετάπειτα το 2005 οι Josang , Keser και Dimitrakos [21] , διατύπωσαν έναν σαφώς πιο τυπικό ορισμό της διαχείρισης της εμπιστοσύνης ορίζοντας την ως :

*Την δραστηριότητα δημιουργίας συστημάτων και μεθόδων που επιτρέπουν στα εμπλεκόμενα μέρη να κάνουν εκτιμήσεις και να παίρνουν αποφάσεις σχετικά με την εξάρτησή τους από εν δυνάμει συναλλαγές που εμπεριέχουν ρίσκο και που επιτρέπουν στους παίκτες και τους ιδιοκτήτες συστημάτων να αναπαριστούν σωστά και να αυξάνουν την αξιοπιστία των ίδιων και των συστημάτων τους .*

Για την διαχείριση της εμπιστοσύνης έχουν προταθεί πάρα πολλά μοντέλα εμπιστοσύνης . Κομβικό σημείο όλων των μοντέλων αυτών είναι ο μηχανισμός υπολογισμού της εμπιστοσύνης , η συνάρτηση εμπιστοσύνης (trust function) . Με βάση τα διάφορα χαρακτηριστικά υπολογισμού της εμπιστοσύνης τα μοντέλα

διαχείρισης εμπιστοσύνης μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω έξι μεγάλες κατηγορίες [22] , [19] :

1. **Με βάση τη φύση της αξιολόγησης** , με κύρια μοντέλα αυτής της κατηγορίας , αυτά της ταυτότητας (Identity based) και αυτά της συμπεριφοράς (Behavior based) .
2. **Με βάση την υποκειμενικότητα της αξιολόγησης** , με χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αυτά των αντικειμενικής αξιολόγησης (Objective) και αυτά της υποκειμενικής (Subjective) .
3. **Με βάση τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση** , με κύριους εκφραστές αυτής της κατηγορίας τα μοντέλα συναλλαγών (Transaction based) , και αυτά της φήμης (Reputation based) .
4. **Με βάση την προέλευση των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση** , με βασικά τα μοντέλα τοπικών δεδομένων (Localized) και των καθολικών (Global) .
5. **Με βάση τον τρόπο χρησιμοποίησης του αποτελέσματος της αξιολόγησης** , εδώ έχουμε τα μοντέλα κατάταξης (Rank based) και τα μοντέλα κατωφλίου (Threshold based) .
6. **Με βάση τον τύπο διαχείρισης** . Αυτή η κατηγορία αν και πολύ σημαντική αναφέρεται τελευταία με σκοπό να αναλυθούν τα κύρια μοντέλα της περισσότερο μιας και μοντέλο από αυτήν την κατηγορία χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του Trust and Tracing game . Σε αυτήν την κατηγορία λοιπόν συναντάμε τα παρακάτω μοντέλα :
  - **Μοντέλα κεντρικής διαχείρισης (Centralized)** , όπου και αυτό το μοντέλο υιοθετήθηκε στην υλοποίηση . Στα μοντέλα κεντρικής διαχείρισης η εμπιστοσύνη υπολογίζεται σε έναν κεντρικό κόμβο χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που αποστέλλουν οι χρήστες (μέλη της



κοινωνίας) από τις προσωπικές τους εμπειρίες (αλληλεπιδράσεις) . Όταν ένα μέλος χρειάζεται μια εκτίμηση εμπιστοσύνης για κάποιο άλλο μέλος τη ζητά από τον κεντρικό κόμβο .

- **Μοντέλα καταναεμημένης διαχείρισης (Distributed)** , στα μοντέλα αυτά κάθε μέλος της κοινωνίας υπολογίζει μόνο του την εμπιστοσύνη , χρησιμοποιώντας δεδομένα κυρίως από τις δικές του εμπειρίες και ίσως από πληροφορίες που φτάνουν σ' αυτό από άλλα μέλη της κοινωνίας (φήμη , reputation) .

## 2.4 Ευφυείς Πράκτορες

Τα τελευταία χρόνια η έννοια του “ πράκτορα ” και ειδικότερα του ευφυή πράκτορα αποδεικνύεται ολοένα και πιο σημαντική για διάφορα ερευνητικά πεδία κυρίως όμως της Επιστήμης των Υπολογιστών και της Τεχνητής Νοημοσύνης .

Ξεκινώντας την μελέτη τους εύλογα το πρώτο πράγμα που γεννιέται είναι το ερώτημα « τι είναι πράκτορας ; » . Ένας πράκτορας μπορεί να απολαμβάνει έναν μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό “ευφυΐας” και να αυτοματοποιεί έτσι πιο σύνθετες εργασίες που απαιτούν υπολογισμούς και “σκέψη” . Η τεχνολογία των ευφυών πρακτόρων συνδυάζει πολλές επιμέρους τεχνολογίες όπως είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη , Καταναεμημένα Συστήματα, Ψυχολογία , Τεχνολογία Λογισμικού , Οικονομική επιστήμη, επιστήμες Οργάνωσης και Διοίκησης κ.α [23] , [24] , [25] . Σκοπός είναι η μοντελοποίηση και ανάπτυξη συστημάτων πληροφορικής αποδίδοντας στους πράκτορες ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά όπως η επικοινωνία, η συνεργασία, η δυνατότητα αντίληψης και η αυτονομία .

Ένα σημαντικό μέρος της δυσκολίας ορισμού της έννοιας του πράκτορα είναι ότι διάφορα χαρακτηριστικά συσχετιζόμενα με την λειτουργία του είναι διαφορετικής σημασίας για διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς . Για παράδειγμα η δυνατότητα ενός πράκτορα να μαθαίνει από τις εμπειρίες του και να χρησιμοποιεί αυτή τη γνώση σε μελλοντικές του ενέργειες για κάποιες εφαρμογές μπορεί να είναι τεράστιας και απαραίτητης σημασίας για κάποιες άλλες όμως να είναι προαιρετικό χαρακτηριστικό.

Εκεί που η παγκόσμια κοινότητα τείνει να συμφωνεί είναι στην αυτονομία σαν μία καθοριστική έννοια στη θεώρηση ενός πράκτορα .

Γενικά επιχειρώντας μία πρώτη προσέγγιση μπορούμε να ορίσουμε έναν πράκτορα ως μία έξυπνη οντότητα που είναι προγραμματισμένη και εφοδιασμένη με μεθόδους και τεχνικές να παρατηρεί το γύρω περιβάλλον και να ενεργεί σύμφωνα με αποφάσεις που λαμβάνει στο δικό της σύστημα ελέγχου . Ένας πράκτορας χρησιμοποιεί τις δυνατότητες του για να αποφασίσει για την καταλληλότερη δράση του σε πραγματικό χρόνο . Εφαρμόζει τεχνικές συλλογιστικής για να αναλύσει το αποτέλεσμα της δράσης του , ενεργεί αυτόνομα για να επιτύχει τους προκαθορισμένους στόχους του . Σε γενικές γραμμές αντιδρούν με το περιβάλλον χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες συλλογιστικής που έχουν , αναλύουν τα δεδομένα που λαμβάνουν και ενεργούν ανάλογα για την επίτευξη των στόχων τους . Ακολουθούν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και συνεργάζονται με άλλους πράκτορες για την επίτευξη των στόχων τους λόγω των πεπερασμένων και περιορισμένων δυνατοτήτων του καθενός [26] , [27]

### 2.4.1 Ορισμοί

Στη βιβλιογραφία μπορεί κανείς να συναντήσει πληθώρα ορισμών για το τι μπορεί να είναι ένας πράκτορας (agent) και αυτό γιατί καθένας , τους αντιλαμβάνεται και τους μελετά από τη δική του διαφορετική οπτική γωνία ανάλογα το επιστημονικό πεδίο που αντιπροσωπεύει , όπως αυτά αναφέρθηκαν και πιο πάνω .

Σύμφωνα λοιπόν με τους M. Woolbridge και N. Jennings [28] :

*Ένας πράκτορας είναι ένα υπολογιστικό σύστημα που είναι εγκατεστημένο σε κάποιο περιβάλλον και έχει την ικανότητα αυτόνομης δράσης σε αυτό προκειμένου να ανταποκριθεί στους σκοπούς της σχεδίασης του.*

Να επισημανθεί ότι γίνεται αναφορά στον όρο πράκτορα και όχι ευφυή πράκτορα και δεν γίνεται αποσαφήνιση του τύπου του περιβάλλοντος. Με την αυτονομία που είναι

ένας όρος άμεσα συνδεδεμένος με την έννοια του πράκτορα σαν μία γενική προσέγγιση αναφέρεται ότι είναι η ικανότητα του πράκτορα να δρα χωρίς την παρέμβαση ανθρώπων ή άλλων συστημάτων . Να είναι σε θέση να γνωρίζει και να ελέγχει τόσο την εσωτερική του κατάσταση όσο και την συμπεριφορά του .

Σύμφωνα με τους ίδιους πάλι ευφυής τώρα πράκτορας είναι :

*Αυτός που έχει την ικανότητα ευέλικτης αυτονομίας δράσης προκειμένου να διεκπεραιώσει τους σκοπούς σχεδίασης του.*

Με τον όρο ευελιξία οι M. Woolbridge και N. Jennings εννοούν ότι το σύστημα πρέπει να είναι :

- **Αποκριτικό (responsive)** , οι πράκτορες θα πρέπει να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους (διαδίκτυο, χρήστης, άλλοι πράκτορες) και να ανταποκρίνονται σε τυχόν αλλαγές του .
- **Κοινωνικό (social)** , οι πράκτορες θα πρέπει να είναι σε θέση να συνεργάζονται με άλλους πράκτορες καθώς και ανθρώπους με σκοπό να επιλύσουν όποιο πρόβλημα υπάρχει ή να βοηθήσουν άλλους με τις ενέργειές τους .
- **Προληπτικό (proactive)** , οι πράκτορες θα πρέπει πέρα από την αντίδραση τους σε κάθε αλλαγή του περιβάλλοντος τους να είναι σε θέση να επιδεικνύουν καιροσκοπική συμπεριφορά όποτε αυτό είναι αναγκαίο .

Οι Russell και Norvig δίνουν έμφαση στην αλληλεπίδραση πρακτόρων με το περιβάλλον τους , αλλά από τον ορισμό που προσδίδουν αφήνουν να εννοηθεί ότι κάθε πρόγραμμα είναι ένας πράκτορας .

*Πράκτορας είναι οτιδήποτε μπορεί να αντιληφθεί το περιβάλλον του μέσω αισθητήρων και να αντιδράσει πάνω σε αυτό μέσω των μηχανισμών δράσης .*

Ο Virdhagriswaran δίνει έμφαση στην αυτόνομη εκτέλεση .

*Ο όρος πράκτορας χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει δύο ορθογώνιες έννοιες : την αυτόνομη εκτέλεση και τη συλλογιστική πάνω σε κάποιο συγκεκριμένο πεδίο .*

Η Maes δίνει έμφαση εκτός από την αυτονομία , στο πολύπλοκο και δυναμικό περιβάλλον :

*Οι πράκτορες είναι υπολογιστικά συστήματα που δρουν σε ένα πολύπλοκο περιβάλλον , αντιλαμβάνονται και δρουν αυτόνομα πάνω σε αυτό πετυχαίνοντας έτσι ένα σύνολο από στόχους για τους οποίους έχουν κατασκευαστεί .*

Η Hayes-Roth δίνει έμφαση στη συλλογιστική:

*Οι ευφυείς πράκτορες κάνουν συνεχώς τις εξής λειτουργίες: (α) αντιλαμβάνονται τις δυναμικές συνθήκες του περιβάλλοντος , (β) δρουν πάνω στο περιβάλλον ώστε να το αλλάξουν και (γ) συλλογίζονται ώστε να ερμηνεύσουν αυτά που αντιλαμβάνονται , να λύσουν προβλήματα , να συμπεράνουν και να καθορίσουν τη δράση τους .*

Τέλος ο Coen δίνει και αυτός με τη σειρά του έμφαση στη διαδραστικότητα :

*Λογισμικοί πράκτορες είναι προγράμματα που διενεργούν διάλογο , διαπραγματεύονται και συντονίζουν τη ροή πληροφοριών*

## 2.4.2 Χαρακτηριστικά – Ιδιότητες

Ο προσδιορισμός της έννοιας του πράκτορα μπορεί εναλλακτικά να γίνει με βάση το βαθμό ικανοποίησης ορισμένων θεμελιωδών ιδιοτήτων . Ο Bradshaw [29] αρχικά έδωσε περισσότερο ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά στους πράκτορες σύμφωνα με τον οποίο ένας πράκτορας είναι σε θέση να απολαμβάνει τα εξής γνωρίσματα :

- **Αυτονομία (Autonomy)** : Όπως έγινε και αναφορά πιο πάνω ένας πράκτορας είναι δυνατό να ενεργεί χωρίς απευθείας καθοδήγηση χρήστη και να αναλαμβάνει την πρωτοβουλία στον έλεγχο της εσωτερικής του κατάστασης οδηγούμενος κυρίως από τους στόχους που θέτει . Οι Wooldbridge και Jennings αναγνωρίζοντας και αυτοί την αυτονομία ως ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά ενός πράκτορα παρόμοια την όρισαν ως την ικανότητα να λειτουργεί χωρίς την παρέμβαση χρηστών ή άλλων πρακτόρων έχοντας αυτοέλεγχο της εσωτερικής κατάστασης και αυτενέργεια . Επιδιώκουν την επίτευξη του στόχου χωρίς να δέχονται συνεχώς εντολές από τον χρήστη ή κάποια άλλη εξωτερική πηγή . Ο χρήστης ορίζει τον γενικό στόχο και στη συνέχεια απελευθερώνεται από το βάρος της λήψης επιμέρους αποφάσεων .
- **Κοινωνικότητα (social ability)** : Ένας πράκτορας πρέπει να είναι σε θέση να αναπτύσσει ένα μοντέλο συμπεριφοράς βασισμένο στα γνωρίσματα της ανθρώπινης κοινωνικής συμπεριφοράς . Η επικοινωνία μεταξύ πρακτόρων υποστηρίζεται με την χρήση κάποιου είδους γλώσσας επικοινωνίας πρακτόρων (ACL – Agent Communication Language) . Και εδώ οι Wooldbridge και Jennings επισημαίνουν την ανάγκη της κοινωνικότητας ως μια αναγκαία πολλές φορές αλληλεπίδραση μεταξύ πρακτόρων για την επίτευξη είτε ανεξάρτητων στόχων τους είτε ενός κοινού , κάτι που ο Bradshaw το αναφέρει ως ένα διαφορετικό χαρακτηριστικό αυτό της **συνεργατικότητας ( cooperativity)** .
- **Διαδραστικότητα – Αλληλεπίδραση (Interactivity)** : Η ικανότητα ενός πράκτορα να επικοινωνεί με το περιβάλλον του, αλλά και με άλλες οντότητες , όπως άλλους πράκτορες και ανθρώπους . Αυτή η ιδιότητα περιλαμβάνει όλα τα δυνατά είδη συμπεριφοράς που ένας πράκτορας μπορεί να εκδηλώσει σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον . Δύο σημαντικά γνωρίσματα που μπορούν να καθορίσουν άμεσα την κατάσταση της συμπεριφοράς ενός πράκτορα είναι :

- **Αντιδραστικότητα (Reactivity) :** Η ικανότητα ενός πράκτορα να αντιλαμβάνεται επιλεκτικά το περιβάλλον (παρακολούθηση – monitoring) του και να ανταποκρίνεται σε αλλαγές που λαμβάνουν χώρα σε αυτό .
- **Προνοητικότητα (Pro-activeness) :** Πρόκειται για την ικανότητα ενός πράκτορα να ενεργεί με ένα καθορισμένο τρόπο οδηγούμενο από στόχους , αναλαμβάνοντας τις απαιτούμενες πρωτοβουλίες ώστε να διεκπεραιώσει επιτυχώς το ρόλο που του έχει ανατεθεί .
- **Προσαρμοστικότητα (Adaptability) :** Η ικανότητα του πράκτορα να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του καθώς και την ύπαρξη άλλων πρακτόρων μέσα στο ίδιο περιβάλλον . Προηγμένες μορφές προσαρμοστικότητας επιτρέπουν στον πράκτορα να μεταλλάσσει την κατάσταση της συμπεριφοράς του , βασισμένος στην εμπειρία του και στο περιβάλλον . Και από την στιγμή που μιλάμε για αλλαγή μιας κατάστασης συμπεριφοράς σύμφωνα με κάποια προηγούμενη εμπειρία αυτό “γεννά” με τη σειρά του ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό αυτό της εκμάθησης .
- **Εκμάθηση (Learning) :** Η ικανότητα ενός πράκτορα να μαθαίνει καθώς αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του και με άλλους πράκτορες . Όπως αναφέρθηκε ακριβώς πιο πάνω πρόκειται για μία από τις σημαντικές ιδιότητες ενός πράκτορα που συνυφίνεται στον όρο “ ευφυής ”.
- **Ευφυΐα (Intelligence) :** Ο πράκτορας μπορεί να ερμηνεύσει τα γεγονότα έτσι ώστε να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις και να εκτελέσει τις κατάλληλες πράξεις .
- **Κινητικότητα (Mobility) :** Οι πράκτορες δεν είναι στατικοί , αλλά μπορούν να κινηθούν σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον . Με άλλα λόγια ένας πράκτορας να μπορεί να διακόψει την λειτουργία του , να αποδημεί σε ένα άλλο περιβάλλον και να συνεχίζει εκεί την εκτέλεση της λειτουργίας του από το σημείο όπου την είχε διακόψει .

- **Ευλικρίνεια – Αξιοπιστία :** Η ικανότητα ενός πράκτορα να επιδεικνύει συμπεριφορά που χαρακτηρίζεται από καλή πρόθεση και αξιοπιστία . Να μην δίνει για παράδειγμα εσκεμμένα λάθος πληροφορίες .
- **Ανταγωνιστικότητα (Comprttitiveness) :** Η ιδιότητα αυτή επιτρέπει έναν πράκτορα να δράσει ανταγωνιστικά ως προς κάποιον άλλο ή να αρνηθεί να προσφέρει τις υπηρεσίες του . Κάτι τέτοιο είναι σύνηθες να συμβεί όταν η αποτυχία ενός πράκτορα οδηγεί στην επιτυχία ενός άλλου .

Οι Wooldbridge και Jennings επιπρόσθετα αναφέρουν σαν δευτερεύοντα χαρακτηριστικά όμως την :

- **Αγαθή προαίρεση :** Οι πράκτορες προσπαθούν να επιτύχουν πάντα τους στόχους που τους έχουν ανατεθεί .
- **Λογικότητα :** Οι πράκτορες δρουν για να επιτύχουν τους στόχους τους , δηλαδή δεν κάνουν αναίτιες ενέργειες και δεν λειτουργούν εναντίον της επίτευξης των στόχων τους .

Άλλες ικανές αλλά όχι αναγκαίες ιδιότητες ενός ευφυή πράκτορα είναι η **προσωπικότητα** ( personality ) , η **ασφάλεια** ( security ) κ.α .

### 2.4.3 Κατηγοριοποίηση πρακτόρων

Οι Russel και Norvig [30] αναφέρουν ότι επιστημονική κοινότητα που ασχολείται να τον τομέα των πρακτόρων δεν έχει καταφέρει να αναπτύξει έναν πράκτορα γενικής χρήσης (general purpose intelligent agent) . Εξαιτίας του γεγονότος αυτού έχουν αναπτυχθεί διάφορα είδη πρακτόρων με διαφορετικά περιβάλλοντα δράσης , διαφορετικά χαρακτηριστικά και διαφορετικές ασφαλώς αρχιτεκτονικές σχεδίασης . Γενικά οι πράκτορες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν εξετάζοντας τους στο n-διάστατο χώρο .

Μία τέτοια διάσταση στην οποία μπορούμε να κάνουμε μία πρώτη κατηγοριοποίηση είναι ανάλογα με την εσωτερική τους αρχιτεκτονική , και να τους ταξινομήσουμε σε :

1. **Απλούς αντανακλαστικούς πράκτορες** (Simple reflex agents) : Ο πράκτορας που προσπαθεί να ανακαλέσει έναν κανόνα από την μνήμη του , που να αντιστοιχεί στην υπάρχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος του , και στη συνέχεια να εκτελέσει τον κανόνα που αντιστοιχεί σε αυτήν .
2. **Πράκτορες που παρακολουθούν το περιβάλλον τους** (Agents that keep track of the world) : Έχει παρόμοια αρχιτεκτονική με τον προηγούμενο , αλλά διατηρεί την προηγούμενη του κατάσταση και έτσι οι κανόνες του δεν έχουν μόνο σχέση με το τι αντιλαμβάνεται , αλλά και με την κατάσταση που βρίσκεται την δεδομένη στιγμή .
3. **Πράκτορες βασισμένοι σε στόχους** (Goal-based agents) : Οι πράκτορες αυτοί είναι η εξέλιξη των προηγούμενων . Η διαφορά τους είναι ότι έχουν στη μνήμη τους την κατάσταση του στόχου που τους ενδιαφέρει . Έτσι όταν φτάσουν στην κατάσταση αυτή μπορούν να κατανοήσουν την επιτυχία τους .
4. **Πράκτορες βασισμένοι σε βαθμούς ικανοποίησης** (Utility-based agents): Οι πράκτορες αυτοί μπορούν όχι μόνο να καταλάβουν εάν πέτυχαν ή όχι τον στόχο τους , αλλά και να αντιληφθούν κατά πόσο είναι κοντά σε αυτόν, ή έστω αρκετά ικανοποιημένοι από την υπάρχουσα κατάσταση .

Αν τώρα θεωρήσουμε το περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν ως μία ακόμη διάσταση σύμφωνα με τους Caglayan και Harrison [31] , [32] η κατηγοριοποίηση που προκύπτει έχει ως εξής :

1. **Πράκτορες Επιφάνειας Εργασίας** (Desktop Agents)
  - Πράκτορες λειτουργικών συστημάτων (Operation system agents)
  - Πράκτορες εφαρμογών (Application agents)



- Πράκτορες πακέτου εφαρμογών (Application suite agents)

## 2. Πράκτορες Διαδικτύου (Internet Agents)

- Πράκτορες αναζήτησης (Web search agents)
- Πράκτορες διακομιστές (Web server agents)
- Πράκτορες φιλτραρίσματος πληροφοριών (Information filtering agents)
- Πράκτορες ανάσυρσης πληροφορίας (Information retrieval agents)
- Πράκτορες ειδοποίησης (Notification agents)
- Πράκτορες παροχής υπηρεσιών (Service agents)
- Κινούμενοι πράκτορες (Mobile agents)

## 3. Πράκτορες τοπικών δικτύων (Intranet Agents)

- Πράκτορες αυτοματοποίησης διαδικασιών (Process automation agents)
- Πράκτορες βάσεων δεδομένων (Database agents)
- Πράκτορες εύρεσης πόρων (Resource brokering agents)

Ενώ σύμφωνα με τον Nwana [33] υπάρχουν τρία κριτήρια σύμφωνα με τα οποία μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους πράκτορες και αυτά είναι :

- **Κινητικότητα** (Σταθεροί ή Κινητοί)
- **Η Αλγοριθμική Λογική που ακολουθούν** (Πράξεις σκοπιμότητας ή πράξεις αντίδρασης)
- **Τα κύρια χαρακτηριστικά τους** (Αυτονομία , Εκμάθηση , Συνεργατικότητα)

Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω οι σημαντικότερες κατηγορίες πρακτόρων που προκύπτουν είναι :

1. **Ευφυείς Πράκτορες (Intelligent Agents)** : Είναι το πιο διαδεδομένο είδος πρακτόρων. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι η δυνατότητα εκμάθησης και προσαρμογής (προσαρμοστικότητα)

2. **Αυτόνομοι Πράκτορες** (Autonomous Agents) : Είναι πλήρως ανεξάρτητοι πράκτορες , ικανοί να πάρουν αποφάσεις για να ικανοποιήσουν εσωτερικές τους ανάγκες , βασιζόμενοι στο περιβάλλον που αντιλαμβάνονται . Σε εφαρμογές ρίσκου πρέπει να βρίσκονται υπό συνεχή παρακολούθηση.
3. **Κατανεμημένοι Πράκτορες** (Distributed Agents) : Είναι πράκτορες με κώδικα αρκετά “ χαλαρό ” ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν ανεξάρτητα threads αλλά και σε κατανεμημένα συστήματα . Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν τμήματα κώδικα άλλων πρακτόρων .
4. **Κινητοί Πράκτορες** (Mobile Agents) : Πράκτορες ικανοί να μεταφερθούν από περιβάλλον σε περιβάλλον , χωρίς να αλλάξουν την κατάσταση λειτουργίας τους . Συνήθως χρησιμοποιούνται για να συγκεντρώνουν πληροφορίες από διάφορα συστήματα ή περιβάλλοντα , ώστε να ελέγχουν την καλή λειτουργία τους .
5. **Ασαφείς Πράκτορες** (Fuzzy Agents) : Είναι πράκτορες που υλοποιούν αρχές ασαφούς λογικής (fuzzy logic principles) .

#### 2.4.4 Περιβάλλοντα Πρακτόρων

Σε όλους σχεδόν τους ορισμούς που διατυπώθηκαν μέχρι τώρα υπάρχει η έννοια του περιβάλλοντος το οποίο αντιλαμβάνεται , και μέσα στο οποίο δρα ένας πράκτορας . Οπότε πριν προχωρήσουμε παρακάτω καλό θα ήταν να γίνει τώρα μια αναφορά και προσπάθεια κατηγοριοποίησής τους ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που εμφανίζουν . Όπως αναφέρει και ο Wooldridge [35] οι Russell και Norvig [30] κατηγοριοποιούν τα διάφορα περιβάλλοντα ως εξής :

- **Προσβάσιμο ή Μη Προσβάσιμο**

Ένα περιβάλλον είναι προσβάσιμο όταν οι πράκτορες που δραστηριοποιούνται σε αυτό μπορούν να έχουν απόλυτη και ακριβή πρόσβαση σε ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του περιβάλλοντος . Τα περισσότερα διαλλακτικά , πολύπλοκα περιβάλλοντα είναι μη προσβάσιμα ( π.χ καθημερινό φυσικό περιβάλλον , Internet) . Όσο πιο προσβάσιμο είναι ένα περιβάλλον , τόσο πιο εύκολο είναι να αναπτυχθούν πράκτορες που θα λειτουργήσουν σε αυτό .

- **Ντετερμινιστικό ή Μη Ντετερμινιστικό**

Ντετερμινιστικό (αιτιοκρατικό) είναι ένα περιβάλλον όπου κάθε κίνηση δράσης έχει μία μοναδική επίδραση σε αυτό , ένα εγγυημένο μοναδικό αποτέλεσμα , δηλαδή δεν υπάρχει καμία ασάφεια για την κατάσταση του περιβάλλοντος μετά την εφαρμογή της κάθε κίνησης δράσης . Ο φυσικός κόσμος είναι ένα καθαρό παράδειγμα μη ντετερμινιστικού περιβάλλοντος . Όπως είναι αναμενόμενο τα μη ντετερμινιστικά περιβάλλοντα παρουσιάζουν περισσότερες δυσκολίες για τους σχεδιαστές πρακτόρων .

- **Στατικό ή δυναμικό**

Στατικό περιβάλλον είναι αυτό που παραμένει σταθερό (χωρίς αλλαγές της κατάστασής του) όσο κανένας πράκτορας δεν δραστηριοποιείται . Ένα δυναμικό περιβάλλον έχει κι άλλες διεργασίες σε λειτουργία με αποτέλεσμα να αλλάζει ανεξάρτητα και πέρα από τον έλεγχο των πρακτόρων που δραστηριοποιούνται σε αυτό . Ο πραγματικός κόσμος είναι χαρακτηριστικά δυναμικό περιβάλλον .

- **Διακριτό ή Συνεχές**

Ένα περιβάλλον είναι διακριτό όταν υπάρχει πεπερασμένος , προκαθορισμένος αριθμός κινήσεων δράσης και αντιλήψεων για τους πράκτορες . Μία παρτίδα σκάκι είναι ένα παράδειγμα διακριτού περιβάλλοντος , ενώ η οδήγηση ενός ταξί είναι παράδειγμα συνεχούς .

- **Επεισοδιακό ή Μη Επεισοδιακό**

Σε ένα επεισοδιακό περιβάλλον η επίδοση του πράκτορα εξαρτάται από μια σειρά διακριτών επεισοδίων, με καμία σύνδεση μεταξύ της επίδοσης ενός πράκτορα σε διαφορετικά σενάρια. Ένα παράδειγμα επεισοδιακού περιβάλλοντος θα μπορούσε να είναι ένα σύστημα ταξινόμησης ηλεκτρονικής αλληλογραφίας. Τα επεισοδιακά περιβάλλοντα είναι ευκολότερα για την ανάπτυξη πρακτόρων που θα δρουν σε αυτά, γιατί ο κάθε πράκτορας θα έχει να επιλέξει μια δράση να εκπληρώσει με βάση το τρέχον επεισόδιο (δεν απαιτείται κρίση για τις διεπικοινωνίες μεταξύ του τρέχοντος και μελλοντικών επεισοδίων).

## 2.5 Πολυπρακτορικά Συστήματα (Multi-Agent Systems)

### 2.5.1 Ορισμός

Η ύπαρξη πολύπλοκων και μεγάλων προβλημάτων, τα οποία είναι εσωτερικά καταναμημένα ή επιλύονται μόνο με την συνεργασία καταναμημένων στοιχείων, έδειξαν ότι η χρήση ενός μεμονωμένου πράκτορα δεν είναι αρκετή. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν τα πολυπρακτορικά συστήματα (Multi-Agent Systems).

Πολυπρακτορικό σύστημα (ή κοινωνίες πρακτόρων) είναι ένα περιβάλλον όπου δραστηριοποιούνται πολλοί πράκτορες, είτε με ένα κοινό, συλλογικό σκοπό συνεργαζόμενοι (co-operating) μεταξύ τους, είτε με ατομικούς με ανταγωνιστικούς στόχους, προσπαθώντας να επικρατήσουν των υπολοίπων πρακτόρων. Με άλλα λόγια θα μπορούσε κανείς να πει ότι στα συστήματα αυτά οι πράκτορες είτε εργάζονται αυτόνομα ανταλλάσσοντας πληροφορίες ή υπηρεσίες και προσπαθούν να επιτύχουν τους δικούς τους ανεξάρτητους στόχους ή συνεργάζονται επιλύοντας υποπροβλήματα έτσι ώστε στη συνέχεια από τον συνδυασμό των επιμέρους λύσεων που θα προκύψουν να πάρουμε την τελική λύση του συνολικού προβλήματος.

## 2.5.2 Χαρακτηριστικά Ιδιότητες

Κύριο χαρακτηριστικό των συνεργαζόμενων πρακτόρων και ταυτόχρονα το κυριότερο πρόβλημα που έχουν να λύσουν τα πολυπρακτορικά συστήματα σύμφωνα με τον Edmund H. Dufree [32] , [34] είναι ο συντονισμός τους έτσι ώστε να φτάσουν σε κοινά αποδεκτές συμφωνίες και να επιλύσουν ενδεχόμενες συγκρούσεις οι οποίες προκύπτουν από την επίτευξη των επιμέρους στόχων τους. Ίσως ο πλέον περιεκτικός ορισμός που συναντάμε στην βιβλιογραφία του τι είναι συντονισμός είναι αυτός των Huhns και Stephens “ ο συντονισμός είναι η δυνατότητα ενός συστήματος πρακτόρων να φέρουν εις πέρας ενέργειες μέσα σε ένα κοινό περιβάλλον ”.

Άλλα επιπλέον βασικά χαρακτηριστικά των πολυπρακτορικών συστημάτων είναι :

- Δεν υπάρχει κεντρικός έλεγχος του συστήματος.
- Κανένας πράκτορας δεν έχει πλήρη πληροφορία.
- Τα δεδομένα είναι συνήθως κατανεμημένα
- Οι υπολογισμοί γίνονται με ασύγχρονο τρόπο
- Παρέχουν υποδομή για τον προσδιορισμό των πρωτόκολλων επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης

Επιστρέφοντας πάλι στο θέμα του συντονισμού μπορούμε να πούμε ότι διαφορετικά προβλήματα συντονισμού αντιπροσωπεύουν και διαφορετικές στρατηγικές συντονισμού . Άρα είναι δυνατόν οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν την στρατηγική του συντονισμού να χαρακτηρίζουν και το πολυπρακτορικό μας σύστημα οι σημαντικότερες των οποίων είναι :

- **Πληθυσμός πρακτόρων :** Η ποσότητα (quantity) δηλαδή η ποσότητα των πρακτόρων , η ετερογεννητικότητα (heterogeneity) , δηλαδή οι διαφορετικοί στόχοι και τα διαφορετικά πιστεύω (beliefs) που έχουν και η πολυπλοκότητα (complexity) δηλαδή πόσο δύσκολο είναι να προβλεφθεί τι θα κάνει ένας πράκτορας .

- **Περιβάλλον δράσης** : Ο βαθμός επικοινωνίας (degree of interaction) , δηλαδή το πόσο περισσότερο επικοινωνούν μεταξύ τους , η δυναμική (dynamics) , δηλαδή σε τι ποσοστό είναι ευμετάβλητο το περιβάλλον και ο βαθμός αποκέντρωσης (distributedness) , δηλαδή το πόσο απομακρυσμένα δρουν οι πράκτορες .
- **Επίλυση** : Η ποιότητα (quality) της λύσης , δηλαδή πόσο υψηλή θέλουμε να είναι η ποιότητα της λύσης που θα δώσει το σύστημα , η ευρωστία (robustness) , δηλαδή το πόσο εύρωστο θέλουμε να είναι το σύστημα για κάθε περιβάλλον και οι περιορισμοί (overhead limitations) , δηλαδή το κόστος που εισάγουν οι υπολογισμοί , οι επικοινωνίες κτλ.

### 2.5.3 Δυσκολίες – Προβλήματα στα Πολυπρακτορικά Συστήματα

Παρόλο που φαίνεται λογικό ότι μία εργασία μπορεί να ολοκληρωθεί καλύτερα όταν ανατίθεται σε όσο το δυνατόν περισσότερους πράκτορες απ' ότι αν είχε ανατεθεί σε ένα μόνο πράκτορα , αυτό δυστυχώς δεν ισχύει πάντα . Τα προβλήματα που προκύπτουν στα πολυπρακτορικά συστήματα έχουν να κάνουν κατά κύριο λόγο με την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση μεταξύ των πρακτόρων όπου είναι απόρροια του παραλληλισμού .

Συνεπώς η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση μεταξύ πρακτόρων αποτελεί ένα βασικό και συνάμα κρίσιμο σημείο όσον αφορά την σχεδίαση και την υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος . Επακόλουθο είναι η ανάγκη για ιδιαίτερη προσοχή στα σημεία αυτά ώστε να βρίσκεται κάθε φορά ο αποτελεσματικότερος τρόπος αντιμετώπισής τους .

Ξεκινώντας με το πρόβλημα της επικοινωνίας των πρακτόρων εννοούμε πότε αυτοί πρέπει να επικοινωνούν και το τι πληροφορία ανταλλάσσουν . Επιπλέον θα πρέπει να καθοριστεί με ποιους άλλους πράκτορες επικοινωνούν και ποιο είναι το επιπλέον κόστος . Ένα ερώτημα το οποίο τίθεται επίσης είναι το ποιες γλώσσες και πρωτόκολλα θα χρησιμοποιηθούν , δηλαδή το πως θα δοθεί η δυνατότητα στους πράκτορες να επικοινωνήσουν και να αλληλεπιδράσουν .

Αν και τελευταία έχουν γίνει προσπάθειες για την εύρεση ενός κοινού προτύπου (π.χ FIPA) , ωστόσο η ανομοιογένεια των συστημάτων που βγαίνουν από την βιομηχανία , η παλαιότητα κάποιων εφαρμογών και η καθυστέρηση από την επιστημονική κοινότητα μιας γενικής αρχιτεκτονικής σχεδίασης ενός πράκτορα , έχουν αφήσει πίσω την καθολική καθιέρωση των πρακτόρων στη βιομηχανία .

Τα προβλήματα αλληλεπίδρασης αφορούν το πώς να τυποποιηθεί , να περιγραφεί , να διαμοιραστεί το πρόβλημα και να συντεθούν οι λύσεις του σε μία ομάδα ευφών πρακτόρων . Το πρόβλημα που τίθεται και το θέμα που δημιουργείται τώρα εδώ είναι το πως θα γίνει ο συμβιβασμός διαφορετικών απόψεων από διαφορετικούς πράκτορες , πως θα αντιμετωπιστούν ενδεχόμενες συγκρουόμενες προθέσεις και ατομικά συμφέροντα και πώς θα γίνει η διαχείριση και διαμοίραση περιορισμένων πόρων . Σε ένα τόσο πολύπλοκο σύστημα είναι πολύ πιθανή η ύπαρξη χαοτικών καταστάσεων και κατά συνέπεια θα πρέπει να βρεθεί τρόπος πρόβλεψης και αποφυγής τους . Τέλος , θα πρέπει να λυθεί το πρόβλημα του πώς κάθε πράκτορας θα αναπαραστήσει και θα συλλογιστεί για τις ενέργειες , τα πλάνα και τη γνώση άλλων συνεργαζόμενων πρακτόρων μέσα στο σύστημα . Η εύρεση αποδοτικών και αξιόπιστων πάνω απ' όλα λύσεων στα προαναφερθείσα προβλήματα αποτελεί ένα από τα πιο γόνιμα πεδία έρευνας της Τεχνητής Νοημοσύνης .

## Κεφάλαιο 3

### Trust and Tracing Game

#### 3.1 Περιγραφή

Το Trust and Tracing game είναι ένα ερευνητικό εργαλείο σχεδιασμένο για την μελέτη της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων στην προσφορά προϊόντων σε απλά εμπορικά περιβάλλοντα που είναι διαμορφωμένα ως μία αλυσίδα . Εστιάζουμε ιδιαίτερα την προσοχή μας στην εμπιστοσύνη που δείχνει ο κάθε συμμετέχων στο κατά πόσο είναι σωστή η δηλωμένη ποιότητα του κάθε προϊόντος [2] .

Σύμφωνα με τους Tykhonov , Jonker , Meijer και Verwaart [3] , υπάρχουν πέντε ρόλοι . Οι Παραγωγοί (Producers) , οι Μεσάζοντες (Retailers) , οι Λιανοπωλητές (Retailers) , οι Καταναλωτές (Consumers) και ένας Οργανισμός εντοπισμού (Tracing Agency) .

Η πραγματική ποιότητα ενός εμπορεύματος είναι γνωστή μόνο από τους παραγωγούς . Οι πωλητές μπορούν να παραπλανήσουν τους αγοραστές όσον αφορά την πραγματική ποιότητα με σκοπό το κέρδος . Οι αγοραστές πρέπει είτε να βασίζονται σε πληροφορίες που παρέχονται από τους πωλητές ή να ζητήσουν την επίσημη αξιολόγηση της ποιότητας του προϊόντος από τον Οργανισμό εντοπισμού (Tracing Agency). Αυτό κοστίζει ένα τέλος αναζήτησης στον αγοραστή εάν το προϊόν είναι ότι δήλωσε ο πωλητής (ευλικρινής) . Το τέλος αυτό θα επιβαρύνει όμως τον πωλητή στην περίπτωση που είναι αναληθής μαζί με την επιβολή κάποιου προστίμου . Τα αποτελέσματα του Οργανισμού μπορούν είτε να ανακοινωθούν στους άμεσα ενδιαφερόμενους , είτε δημόσια σε όλους τους συμμετέχοντες ανάλογα με τις



ρυθμίσεις του παιχνιδιού . Οι πωλητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν την αναφορά του οργανισμού ως πιστοποιητικό ποιότητας του προϊόντος . Οι παραγωγοί δεν επιτρέπεται να ζητήσουν την συμβολή του οργανισμού με σκοπό να ωθήσουμε το περιβάλλον να πραγματοποιήσει τουλάχιστον μία συναλλαγή με όχι ελεγμένο προϊόν.

Η τιμή των προϊόντων διαφέρει από παραγωγούς σε μεσάζοντες και λιανοπωλητές και αυτό γιατί κάθε φορά κάθε κατηγορία παιχτών συνυπολογίζει μία προστιθέμενη αξία για να μπορεί να είναι κερδοφόρα .

### 3.2 Προσέγγιση

Υιοθετώντας τις ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά το σύνολο των παιχτών υλοποιήθηκαν τρεις παραγωγοί , τρεις μεσάζοντες , τρεις λιανοπωλητές , πέντε καταναλωτές και ένας οργανισμός εντοπισμού .

Οι ομάδες στο παιχνίδι εμπορεύονται τριών ειδών προϊόντα . Τυπικά χρησιμοποιούνται φάκελοι τριών διαφορετικών χρωμάτων . Υπάρχουν οι μπλε (blue), οι πράσινοι (green) και οι κίτρινοι (yellow) . Κάθε ένας από τους φακέλους συνοδεύεται και με δύο πιθανές ποιότητες , υψηλή (high) ή χαμηλή (low) . Ο αρχηγός του παιχνιδιού μοιράζει στους παραγωγούς φακέλους κάθε είδους και ποιότητας . Τυπικά διαμοιράστηκαν για την δημιουργία του αρχικού αποθέματος των παραγωγών από επτά προϊόντα κάθε είδους και ποιότητας . Δηλαδή επτά χαμηλής ποιότητας μπλε , επτά υψηλής ποιότητας μπλε , επτά χαμηλής πράσινου , επτά υψηλής πράσινου , επτά χαμηλής κίτρινου και επτά υψηλής κίτρινου .

Σε κάθε συναλλαγή που πραγματοποιείται τοποθετείτε πάνω στο φάκελο μία ετικέτα που περιγράφει την ταυτότητα του πωλητή και την ποιότητα του προϊόντος για την οποία πουλήθηκε , έτσι ώστε ο οργανισμός εντοπισμού σε περίπτωση που κληθεί να είναι σε θέση να γνωρίζει ποιον να επιβραβεύσει ή να τιμωρήσει .

Οι τιμές ανάλογα το προϊόν , την ποιότητα του , εάν συνοδεύεται με πιστοποιητικό υψηλής ποιότητας και φυσικά την κατηγορία του πωλητή παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες :

- Τιμές Παραγωγών (Producers)

Ποιότητα / Προϊόν	Μπλε	Πράσινο	Κίτρινο
Χαμηλή	1	2	3
Υψηλή	2	6	12

- Τιμές Μεσαζόντων (Middlemen)

Ποιότητα / Προϊόν	Μπλε	Πράσινο	Κίτρινο
Χαμηλή	2	4	6
Υψηλή	4	12	24
Υψηλή με Πιστοποιητικό	5	13	25

- Τιμές Λιανοπωλητών (Retailers)

Ποιότητα / Προϊόν	Μπλε	Πράσινο	Κίτρινο
Χαμηλή	4	8	12
Υψηλή	8	24	48
Υψηλή με Πιστοποιητικό	9	25	49

Η χρέωση του Οργανισμού εντοπισμού είναι 2 μονάδες στον αγοραστή εάν αποδειχθεί ότι το προϊόν είναι ότι ισχυρίζονταν ο πωλητής . Σε περίπτωση όπου ο πωλητής αποδειχθεί αναξιόπιστος τότε η χρέωση των 2 αυτών μονάδων επιβαρύνει τον ίδιο και επιπρόσθετα αντί για πρόστιμο του επιβάλλεται να επιστρέψει στον αγοραστή που μόλις εξαπάτησε τα μισά χρήματα από αυτά που τον χρέωσε για το συγκεκριμένο προϊόν .

Η κλήση του Οργανισμού εντοπισμού γίνεται μόνο από αγοραστές οι οποίοι υιοθετούν μια πιο συντηρητική συμπεριφορά και δεν είναι διατεθειμένοι να ρισκάρουν καθόλου σε ότι αφορά την ποιότητα του προϊόντος εάν αυτή έχει επιλεγεί να είναι υψηλή. Προτιμούν δηλαδή να επωμιστούν το κόστος του Οργανισμού εντοπισμού προκειμένου να σιγουρευτούν για την ποιότητα και να πιστοποιήσουν το προϊόν που μόλις αγорάσανε ή να μετριάσουν την ζημία τους εάν η ποιότητα δεν είναι η αναμενόμενη. Ένας εξίσου σημαντικός γι' αυτούς λόγος όμως είναι ότι δεν θέλουν σε καμία περίπτωση να βάλουν σε κίνδυνο την φήμη τους και την δικιά τους αξιοπιστία άθελα τους και αναφέρομαι στους επιφυλακτικούς και τίμιους (non risky και honest) παίκτες. Σε περίπτωση όπου η ποιότητα του προϊόντος είναι χαμηλή έχει θεωρηθεί ότι δεν τίθεται θέμα εξαπάτησης από την πλευρά του πωλητή όπως άλλωστε συμβαίνει και στον φυσικό έξω κόσμος.

Οι μεταβλητές που μοντελοποιούν και καθορίζουν την συμπεριφορά των πρακτόρων είτε αυτοί είναι μόνο πωλητές (παραγωγοί) ή μόνο αγοραστές (καταναλωτές) ή παίζουν και τους δύο ρόλους (μεσάζοντες και λιανοπωλητές) είναι οι risky και honesty.

Όταν ένας πωλητής είναι τίμιος ( $honesty = 1$ ) τότε σε καμία περίπτωση δεν θα πει εσκεμμένα ψέματα για την διαθεσιμότητα του σε ένα προϊόν υψηλής ποιότητας και συνεπώς δεν θα προσπαθήσει να πάρει μέρος στην αγοραπωλησία του, ρίχνοντας στην αγορά το αντίστοιχο προϊόν της χαμηλής όμως ποιότητας. Κάτι που θα επιχειρήσει να κάνει ένας ανέντιμος πωλητής ( $honesty = 0$ ).

Όσον αφορά τώρα την άλλη κατηγορία πρακτόρων αυτή των αγοραστών μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις στην διακύμανση της αγοραστικής τους συμπεριφοράς. Η απλή περίπτωση είναι στους μεσάζοντες οι οποίοι εάν κάποιος είναι επιφυλακτικός ( $risky = 0$ ) και η επιθυμία του είναι να αποκτήσει ένα προϊόν υψηλής ποιότητας τότε αμέσως θα ζητήσει την συμβολή του Οργανισμού εντοπισμού για να εξακριβώσει την πραγματική ποιότητα του προϊόντος. Εάν δεν είναι ( $risky = 1$ ) θα επιδείξει τυφλή εμπιστοσύνη στον πωλητή του.

Στην περίπτωση τώρα των λιανοπωλητών η διαφοροποίηση έγκειται στο γεγονός, ότι έχοντας πλέον περάσει στην δεύτερη φάση του παιχνιδιού υπάρχει περίπτωση να έχει κληθεί τουλάχιστον μία φορά ο οργανισμός εντοπισμού. Συνεπώς θα υπάρχουν στην αγορά προϊόντα πιστοποιημένα είτε υψηλής είτε χαμηλής ποιότητας. Τα πιστοποιημένα χαμηλής ποιότητας προϊόντα έχουν την ιδιότητα πλέον

ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πιθανή εξαπάτηση αγοραστών από ανέντιμους πωλητές. Το ενδιαφέρον μας είναι στην συμπεριφορά των επιφυλακτικών ( $risky = 0$ ) αγοραστών όπου εάν επιλεγεί ένα προϊόν υψηλής ποιότητας για αγορά τότε προτεραιότητα θα δοθεί στα πιστοποιημένα αυτής της κατηγορίας. Εάν βρεθεί έχει καλώς, εάν όχι τότε θα γίνει αναζήτηση για το ίδιο χωρίς πιστοποίηση αλλά αμέσως μόλις αποκτηθεί θα κληθεί ο οργανισμός για να προβεί στην πιστοποίησή του ανάλογα την πραγματική του ποιότητα. Ο επιφυλακτικός λιανοπωλητής δεν αφήνει τίποτα στην τύχη. Εάν δεν είναι επιφυλακτικός ( $risky = 1$ ) τότε εμπεριέχεται το ρίσκο στην συμπεριφορά του και προτιμάει να αποφεύγει τόσο το επιπλέον κόστος που έχει ένα πιστοποιημένο προϊόν όσο και το κόστος του οργανισμού εντοπισμού. Αρέσκεται να βασίζεται μόνο στα λόγια και στη φήμη του πωλητή που έχει επιλέξει να συνδιαλλαχθεί.

Παρόμοια με τους λιανοπωλητές συμπεριφέρονται και οι καταναλωτές ανάλογα την επιφυλακτικότητα τους ή όχι. Η μόνη διαφορά είναι ότι οι καταναλωτές δεν έχουν την ανάγκη του οργανισμού εντοπισμού για την εξακρίβωση της πραγματικής ποιότητας του προϊόντος μιας και οι συναλλαγές τους πραγματοποιούνται στην τελευταία φάση του παιχνιδιού και πλέον όπως άλλωστε και στο πραγματικό κόσμο ο καταναλωτής μπορεί να ανοίξει το προϊόν και να διαπιστώσει από μόνος του την κατάσταση της ποιότητας του.

Η επιλογή του πωλητή από την λίστα αυτών που απάντησαν θετικά για την διαθεσιμότητα του προϊόντος που ενδιαφέρει αγοράσει ο υποψήφιος αγοραστής γίνεται βάσει της φήμης του καθένα. Διατρέχω των πίνακα που αναγράφεται η φήμη του καθενός που είναι δημόσιος και επιλέγω φυσικά αυτόν με την μεγαλύτερη. Σε περίπτωση που δύο ή περισσότεροι έχουν ίδια τιμή στη φήμη τότε επιλέγεται ένας τυχαία. Μετά την συναλλαγή ενός υψηλής ποιότητας προϊόντος και την σιγουριά μέσω του οργανισμού εντοπισμού ότι είναι όντως υψηλής τότε προσδίδω στον πωλητή έναν ακόμη πόντο στην φήμη διαφορετικά εάν έχω πέσει θύμα εξαπάτησης του αφαιρώ έναν. Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω δεν τίθεται θέμα εξαπάτησης σε χαμηλής ποιότητας και σε πιστοποιημένα προϊόντα.

Το παιχνίδι μπορούμε να το διαχωρίσουμε σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη οι μεσάζοντες αγοράζουν προϊόντα από τους παραγωγούς. Η φάση αυτή τερματίζει εάν ισχύσει έστω μία από τις παρακάτω συνθήκες. Αν τελειώσουν τα χρήματα των μεσαζόντων και δεν μπορούν να διαπραγματευτούν την αγορά κάποιου άλλου. Αν

τελειώσουν τα προϊόντα ενός παραγωγού επιτρέπουμε να πραγματοποιηθούν ακόμα τρεις συναλλαγές και αυτό για να αποφύγουμε στρατηγικές παραγωγών που οδηγούν σε μονοπώλιο περιμένοντας τους υπόλοιπους να ξεπουλήσουν ώστε να μείνουν μόνοι τους και να πάρουν τον έλεγχο της αγοράς . Είτε τέλος εάν φτάσουμε σε ένα μέγιστο αριθμό συναλλαγών ίσο με το διακόσα . Αυτό το κάνουμε για να αποφύγουμε ένα πιθανό αδιέξοδο που οδηγούμαστε , εάν στις αποθήκες των παραγωγών υπάρχουν προϊόντα οι μεσάζοντες έχουν χρήματα αλλά η σειρά και ο συνδυασμός των αγορών έχει γίνει με τέτοιο τρόπο , έτσι ώστε τα χρήματα που ναι μεν έχουν απομείνει στους μεσάζοντες δεν επαρκούν για την απόκτηση κανενός διαθέσιμου προϊόντος .

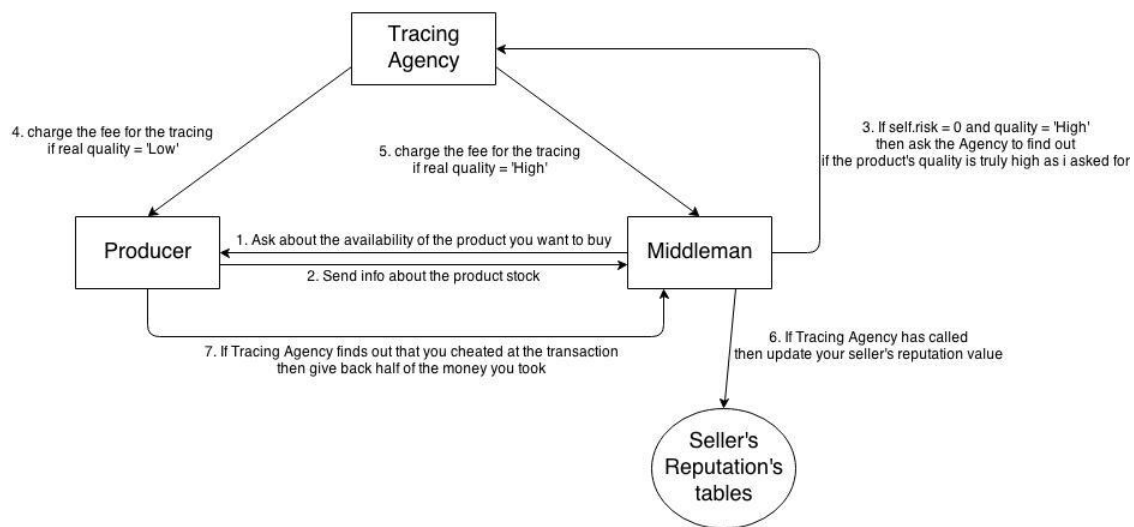
Στην δεύτερη φάση η λιανοπωλητές μπαίνουν στη θέση του αγοραστή μόνο που αυτοί εάν δεν βρουν το προϊόν που αποζητούν στους μεσάζοντες στρέφονται και προς τους παραγωγούς . Οι συνθήκες τερματισμού είναι ακριβώς οι ίδιες μόνο που τώρα όπως είναι φυσικό ελέγχεται το πλήθος των προϊόντων των μεσαζόντων και τα χρήματα των λιανοπωλητών .

Στην τρίτη και τελευταία φάση οι καταναλωτές αγοράζουν από τους λιανοπωλητές . Εάν δεν βρεθεί στις αποθήκες τους το προϊόν αναζητείται στους μεσάζοντες και στην συνέχεια , τελευταία τους επιλογή οι παραγωγοί . Οι συνθήκες τερματισμού και το σκεπτικό τους πανομοιότυπο με αυτό των προηγούμενων δύο φάσεων μόνο που ο έλεγχος εδώ περνάει στον αριθμό προϊόντων των λιανοπωλητών και στα χρήματα των καταναλωτών .

Νικητής είναι ένας σε κάθε κατηγορία πρακτόρων . Οι παραγωγοί ανταγωνίζονται με τους παραγωγούς οι μεσάζοντες με τους μεσάζοντες οι λιανοπωλητές με τους λιανοπωλητές και οι καταναλωτές με τους καταναλωτές . Στις κατηγορίες των παραγωγών των μεσαζόντων και των λιανοπωλητών τα πράγματα είναι απλά νικητής κάθε φορά είναι αυτός συγκέντρωσε τα περισσότερα χρήματα . Στην κατηγορία των καταναλωτών είναι αυτός με τους περισσότερους πόντους ικανοποίησης . Οι πόντοι αυτοί συλλέγονται από κάθε καταναλωτή μετά από κάθε αγορά , εξαργυρώνοντας την τιμή του προϊόντος σύμφωνα με την πραγματική του ποιότητα σε πόντους .

### 3.3 Περιγραφή Πρακτόρων

Ξεκινώντας η προσομοίωση του παιχνιδιού οι πρώτες αλληλεπιδράσεις που δημιουργούνται είναι μεταξύ των πρακτόρων Producers (Παραγωγοί) των Middleman (Μεσάζοντες) και της Tracing Agency (Υπηρεσία εντοπισμού) όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

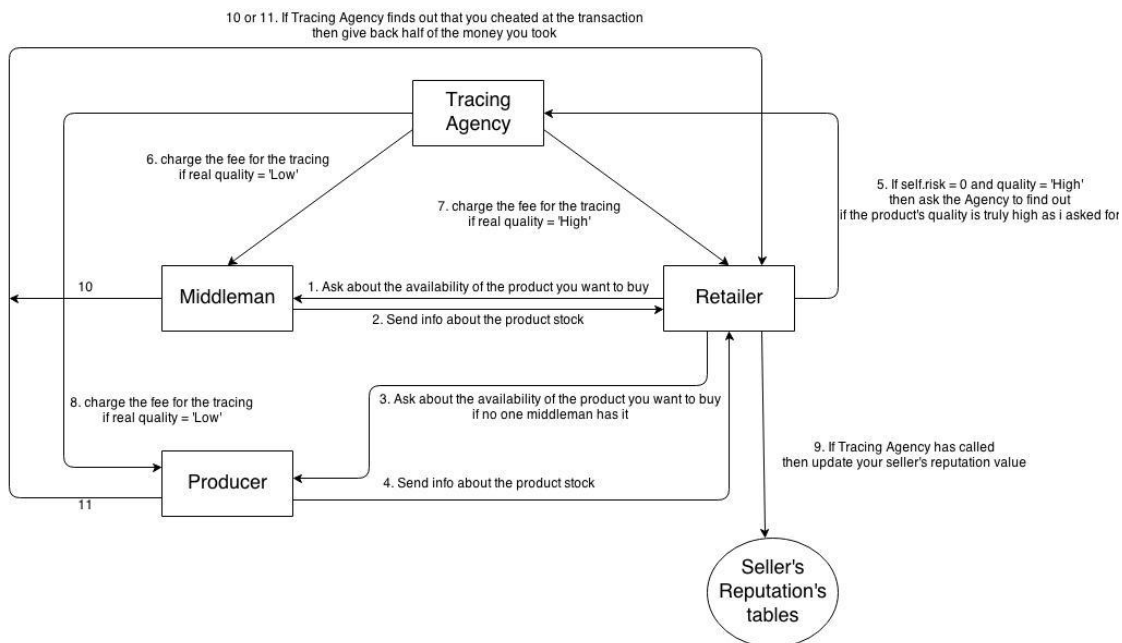


σχημα 1

Αρχικά αφού πρώτα έχει γίνει η δημιουργία όλων των πρακτόρων και έχουν πάρει τιμές τα διάφορα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τον τρόπο συμπεριφοράς τους επιλέγεται τυχαία ένας Middleman για να επιχειρήσει να πραγματοποιήσει κάποια συναλλαγή. Στη συνέχεια με τυχαίο πάλι τρόπο επιλέγεται το προϊόν καθώς και η ποιότητα του. Έπειτα ο Middleman αφού ελέγξει ότι τα χρήματα του επαρκούν για την απόκτησή του στέλνει ένα μήνυμα σε όλους τους Producers με σκοπό να μάθει την διαθεσιμότητά τους στο συγκεκριμένο προϊόν (Ενέργεια 1). Στη συνέχεια τοποθετεί σε μία λίστα όλους τους Producers οι οποίοι του απάντησαν θετικά (Ενέργεια 2). Έπειτα επιλέγεται από αυτή τη λίστα, όπως αναφέραμε ο παραγωγός με την μεγαλύτερη φήμη και πραγματοποιείται η συναλλαγή. Στη συνέχεια ανάλογα με το αν η ποιότητα του προϊόντος που μόλις αγόρασα ζήτησα να είναι υψηλή και την διάθεση του μεσάζοντα να ρισκάρει ή όχι, καλείτε ή όχι ο οργανισμός εντοπισμού

(Ενέργεια 3) και εάν και εφόσον κληθεί χρεώνει σύμφωνα με τους κανόνες είτε τον Producer (Ενέργεια 4) είτε τον Middleman (Ενέργεια 5). Έπειτα ο Middleman μετά την κλήση του οργανισμού εντοπισμού είναι υποχρεωμένος να ανανεώσει θετικά ή αρνητικά την τιμή της φήμης του παραγωγού που μόλις συναναστράφηκε (Ενέργεια 6). Τέλος εάν η Tracing Agency αποφανθεί ότι ο πωλητής (Producer) εξαπάτησε τον αγοραστή (Middleman) του επιστρέφει τα μισά χρήματα που δαπάνησε στη συναλλαγή πίσω (Ενέργεια 7).

Όταν οι Middleman ολοκληρώσουν τις συναλλαγές τους, είτε επειδή έχουν εξαντληθεί τα χρήματά τους, είτε επειδή τελείωσαν τα προϊόντα των Producers είτε επειδή φτάσαμε στον μέγιστο αριθμό συναλλαγών τότε είναι σειρά των Retailers να μπουν στο παιχνίδι (σχήμα 2).



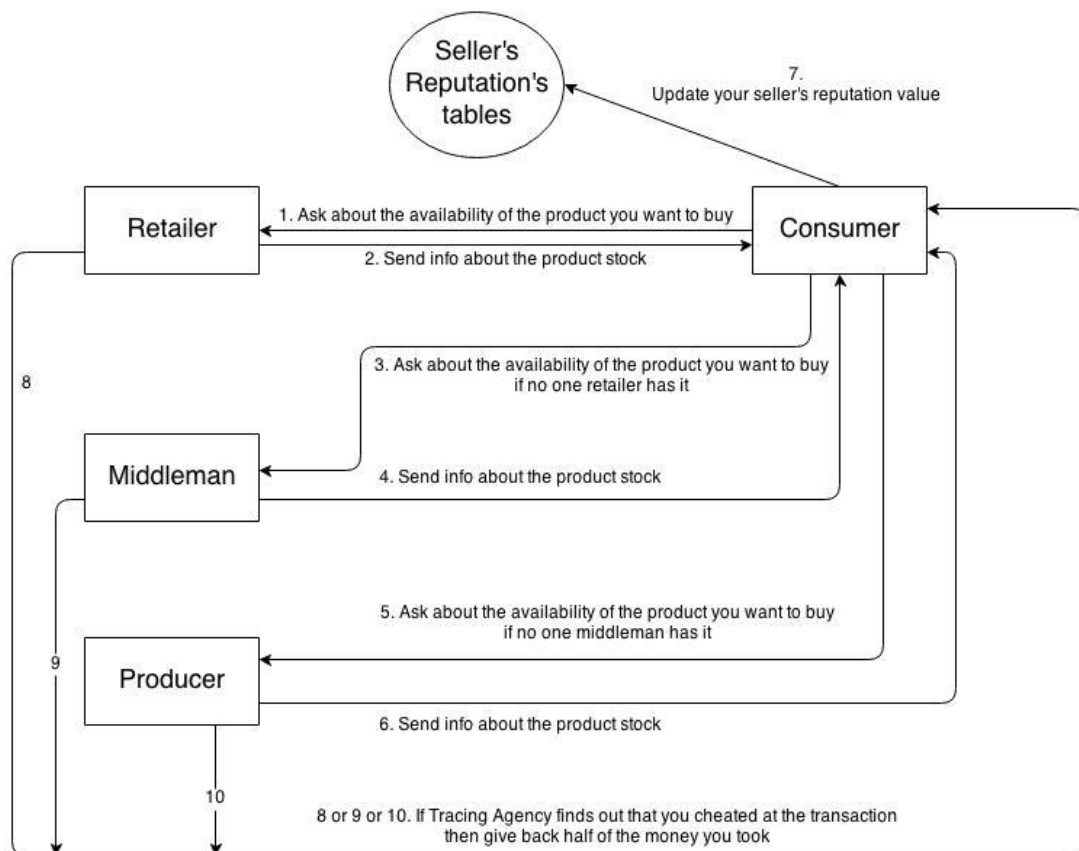
σχήμα 2

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 2 η διαδικασία και η σειρά των ενεργειών ακριβώς η ίδια με πριν με την μόνη διαφορά τώρα ότι ένας Retailer σε περίπτωση που κανένας Middleman δεν του απαντήσει θετικά σχετικά με το αν είναι διαθέσιμο το προϊόν που ζήτησε τότε δεν εγκαταλείπει την προσπάθεια, αλλά πηγαίνει και ζητάει το ίδιο προϊόν και από τους Producers (Ενέργεια 3 και 4 στο σχήμα). Έπειτα εφόσον



πραγματοποιηθεί η συναλλαγή στην περίπτωση όπου ο Retailer ζητάει προϊόν υψηλής ποιότητας και δεν είναι σε θέση να ρισκάρει για την πραγματική του ποιότητα τότε καλείτε η Tracing Agency ελέγχει το προϊόν (Ενέργεια 5) και ανάλογα χρεώνει το τέλος αυτού του ελέγχου ή στον Retailer (Ενέργεια 7) ή σε έναν από τους Middleman (Ενέργεια 6) ή Producer (Ενέργεια 8) ανάλογα τον δεύτερο που πήρε μέρος στην συναλλαγή . Ακολουθεί και εδώ , μετά την κλήση του οργανισμού η ανανέωση της φήμη του πωλητή ανάλογα με την γνώμη που διαμόρφωσε από την συναναστροφή μαζί του και την βοήθεια της Tracing Agency (Ενέργεια 9) . Τέλος ο πωλητής εάν υπάρχει η απόδειξη από την Tracing Agency ότι εξαπάτησε τον αγοραστή επιστρέφει όπως και πριν τα μισό ποσό που χρέωσε τον αγοραστή πίσω σε αυτόν (Ενέργεια 10 ή 11).

Τέλος έρχεται η σειρά των Consumers οι ενέργειες των οποίων φαίνονται στο σχήμα 3 .



σχήμα 3



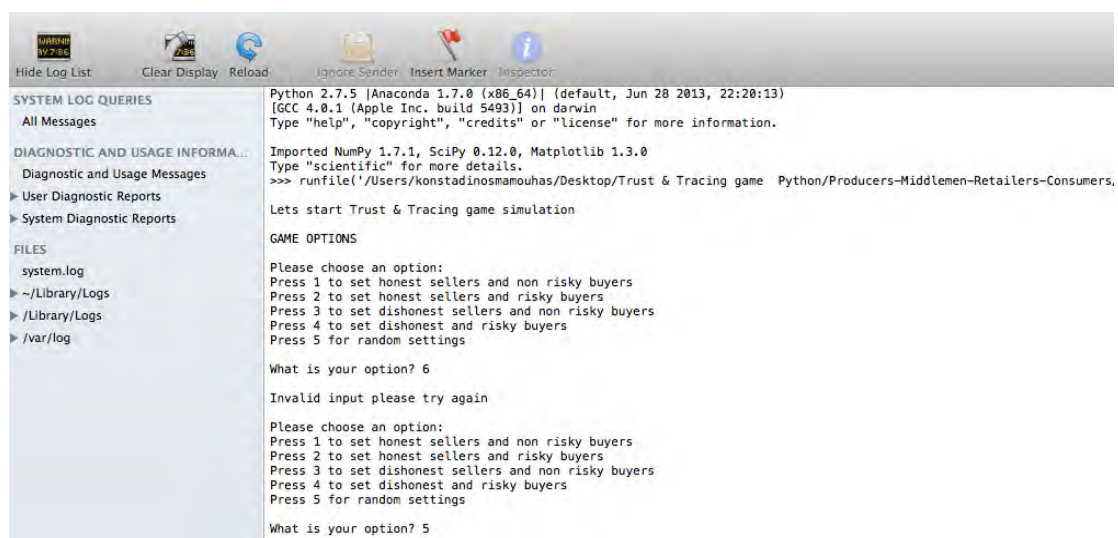
Οι Consumers το προϊόν που αποζητάνε , ελέγχουν να το βρουν αρχικά στους Retailers (Ενέργεια 1 και 2) έπειτα στους Middleman (Ενέργεια 3 και 4) και τελευταία στους Producers (Ενέργεια 5 και 6) . Οι Consumers να επισημάνουμε ότι δεν χρειάζονται την βοήθεια της Tracing Agency για την εξακρίβωση της πραγματικής ποιότητας του προϊόντος . Η ποιότητα κάθε προϊόντος ελέγχεται από τον κάθε καταναλωτή μετά την συναλλαγή και ανανεώνει την τιμή της φήμης του πωλητή του ανάλογα (Ενέργεια 7) . Τέλος εάν διαπιστώσει ο καταναλωτής ότι έπεσε θύμα εξαπάτησης ζητάει από τον πωλητή και λαμβάνει πίσω τα μισά χρήματα από αυτά που δαπάνησε (Ενέργεια 8 ή 9 ή 10) .

# Κεφάλαιο 4

## Προσομοίωση

### 4.1 Παράδειγμα εκτέλεσης

Επιλέγοντας run για να ξεκινήσει η προσομοίωση του Trust & Tracing game εμφανίζεται το μήνυμα που ενημερώνει για την έναρξη , καθώς και τις δυνατές επιλογές που έχει ο χρήστης να επιλέξει σχετικά με την αρχικοποίηση (σετάρισμα) των τιμών των χαρακτηριστικών των πρακτόρων που προσδιορίζουν τον τρόπο συμπεριφοράς τους μέσα στο παιχνίδι (Εικόνα 1).



```
Python 2.7.5 [Anaconda 1.7.0 (x86_64)] (default, Jun 28 2013, 22:20:13)
[GCC 4.0.1 (Apple Inc. build 5493)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.

Imported NumPy 1.7.1, SciPy 0.12.0, Matplotlib 1.3.0
Type "scientific" for more details.
>>> runfile('/Users/konstadinosmamouhas/Desktop/Trust & Tracing game Python/Producers-Middlemen-Retailers-Consumers,
Lets start Trust & Tracing game simulation

GAME OPTIONS

Please choose an option:
Press 1 to set honest sellers and non risky buyers
Press 2 to set honest sellers and risky buyers
Press 3 to set dishonest sellers and non risky buyers
Press 4 to set dishonest and risky buyers
Press 5 for random settings

What is your option? 6

Invalid input please try again

Please choose an option:
Press 1 to set honest sellers and non risky buyers
Press 2 to set honest sellers and risky buyers
Press 3 to set dishonest sellers and non risky buyers
Press 4 to set dishonest and risky buyers
Press 5 for random settings

What is your option? 5
```

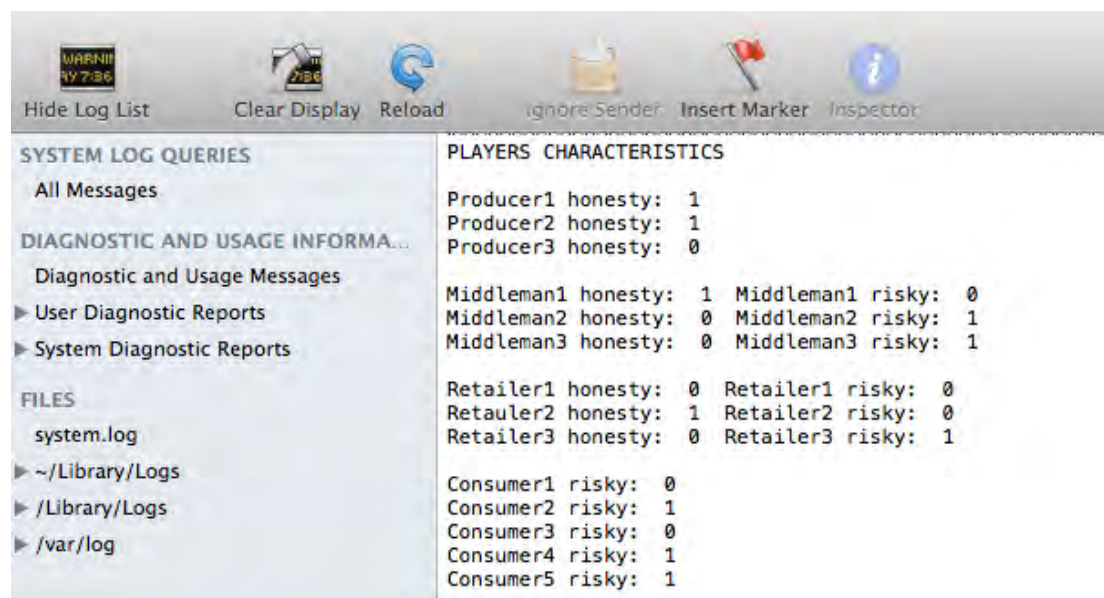
Εικόνα 1

Οι επιλογές που έχουμε όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα είναι πέντε .

1. Τίμιοι πωλητές και αγοραστές που δεν ρισκάρουν
2. Τίμιοι πωλητές και αγοραστές που ρισκάρουν
3. Ανέντιμοι πωλητές και αγοραστές που δεν ρισκάρουν
4. Ανέντιμοι πωλητές και αγοραστές που ρισκάρουν
5. Τυχαίες επιλογές από το σύστημα

Εισάγοντας μία τιμή που δεν είναι στο εύρος των διαθέσιμων επιλογών μας δηλαδή μεταξύ του 1 και του 5 τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα λάθους “ Invalid input please try again ” και μας προτρέπει να ξαναδοκιμάσουμε . Όπως φαίνεται και στην εικόνα 1 ο χρήστης επιλέγει αρχικά 6 επιλογή η οποία δεν υπάρχει , οπότε μετά το μήνυμα λάθους ξαναδοκιμάζει και αποφασίζει να τρέξει την προσομοίωση με τυχαία αρχικοποίηση των τιμών (επιλογή 5) .

Από την στιγμή που οριστούν οι τιμές των χαρακτηριστικών των πρακτόρων γίνεται μία επισκόπηση αυτών (Εικόνα 2).



The screenshot shows a simulation interface with a toolbar at the top containing icons for 'Hide Log List', 'Clear Display', 'Reload', 'Ignore Sender', 'Insert Marker', and 'Inspector'. The main area is divided into two panels. The left panel, titled 'SYSTEM LOG QUERIES', contains sections for 'All Messages', 'DIAGNOSTIC AND USAGE INFORMATION' (with sub-items 'Diagnostic and Usage Messages', 'User Diagnostic Reports', and 'System Diagnostic Reports'), and 'FILES' (listing 'system.log', '~/.Library/Logs', '/Library/Logs', and '/var/log'). The right panel, titled 'PLAYERS CHARACTERISTICS', displays a table of player data.

PLAYERS CHARACTERISTICS	
Producer1 honesty:	1
Producer2 honesty:	1
Producer3 honesty:	0
Middleman1 honesty:	1
Middleman1 risky:	0
Middleman2 honesty:	0
Middleman2 risky:	1
Middleman3 honesty:	0
Middleman3 risky:	1
Retailer1 honesty:	0
Retailer1 risky:	0
Retailer2 honesty:	1
Retailer2 risky:	0
Retailer3 honesty:	0
Retailer3 risky:	1
Consumer1 risky:	0
Consumer2 risky:	1
Consumer3 risky:	0
Consumer4 risky:	1
Consumer5 risky:	1

Εικόνα 2

Όσον αφορά την μεταβλητή **honesty** η οποία μοντελοποιεί την τιμιότητα του εκάστοτε πωλητή όταν αυτή λαμβάνει την τιμή 1 έχουμε να κάνουμε με ένα τίμιο πωλητή ενώ όταν αυτή λαμβάνει την τιμή 0 με έναν ανέντιμο που προτίθεται να εξαπατήσει. Αντίστοιχα η μεταβλητή **risky** μοντελοποιεί το κατά πόσο ο εκάστοτε αγοραστής είναι διατεθειμένος να ρισκάρει όσον αφορά την πραγματική ποιότητα του προϊόντος που αγοράζει. Έτσι λοιπόν όταν αυτή λαμβάνει την τιμή 1 τότε ο αγοραστής εμπιστεύεται τυφλά τον πωλητή του και όταν αυτή είναι 0 τότε ο αγοραστής δεν ρισκάρει, δεν εμπιστεύεται τον πωλητή του και καλεί τον Οργανισμό εντοπισμού για να εξακριβώσει με απόλυτη βεβαιότητα την πραγματική ποιότητα του προϊόντος.

Στη συνέχεια εμφανίζονται οι πληροφορίες σχετικά με το stock των προϊόντων που διαθέτει ο κάθε παραγωγός σε μορφή dictionary όπου το πεδίο key περιέχει την κωδική ονομασία και την πληροφορία σχετικά με την ποιότητα του προϊόντος και το πεδίο value το πλήθος των διαθέσιμων αυτών προϊόντων. Έπειτα τα χρήματα που έχουν στην κατοχή τους οι παραγωγοί και οι μεσάζοντες και τέλος το συνολικό πλήθος των προϊόντων του κάθε παραγωγού (Εικόνα 3).

```

THE PRODUCERS STOCK
Producer1 High Blue {'B1': 7}
Producer1 Low Blue {'B2': 7}
Producer1 High Green {'G1': 7}
Producer1 Low Green {'G2': 7}
Producer1 High Yellow {'Y1': 7}
Producer1 Low Yellow {'Y2': 7}

-----

Producer2 High Blue {'B1': 7}
Producer2 Low Blue {'B2': 7}
Producer2 High Green {'G1': 7}
Producer2 Low Green {'G2': 7}
Producer2 High Yellow {'Y1': 7}
Producer2 Low Yellow {'Y2': 7}

-----

Producer3 High Blue {'B1': 7}
Producer3 Low Blue {'B2': 7}
Producer3 High Green {'G1': 7}
Producer3 Low Green {'G2': 7}
Producer3 High Yellow {'Y1': 7}
Producer3 Low Yellow {'Y2': 7}

=====

THE PRODUCERS MONEY
Producer1 money 100
Producer2 money 100
Producer3 money 100

-----

THE MIDDLEMEN MONEY
Middleman1 money 300
Middleman2 money 300
Middleman3 money 300

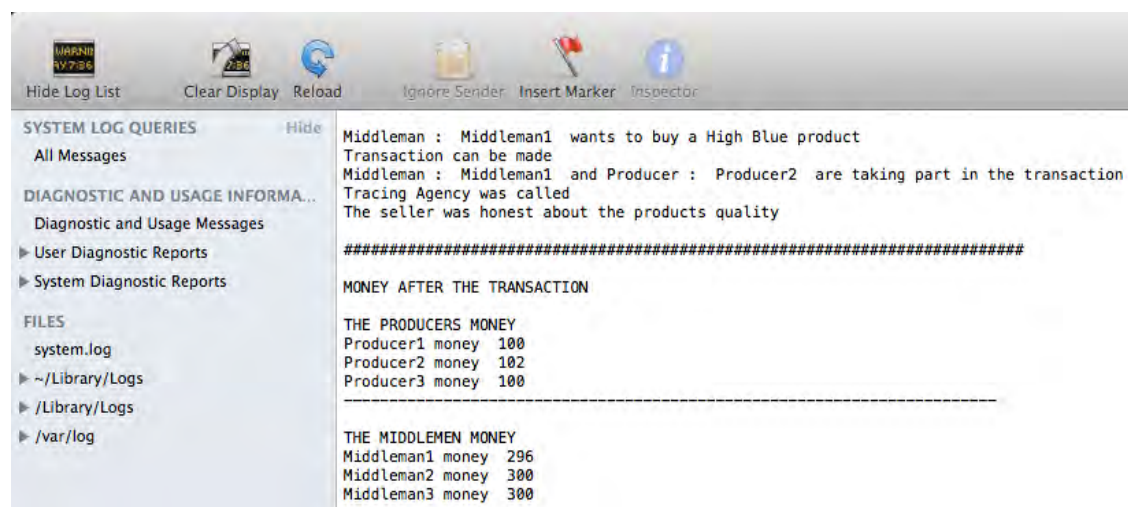
=====

THE PRODUCERS NUMBER OF PRODUCTS
Num of Producer1 products: 42
Num of Producer2 products: 42
Num of Producer3 products: 42

```

Εικόνα 3

Και τώρα είναι η στιγμή όπου οι μεσάζοντες αρχίζουν να αλληλεπιδρούν με τους παραγωγούς σύμφωνα με τους κανόνες του παιχνιδιού (Εικόνα 4) .

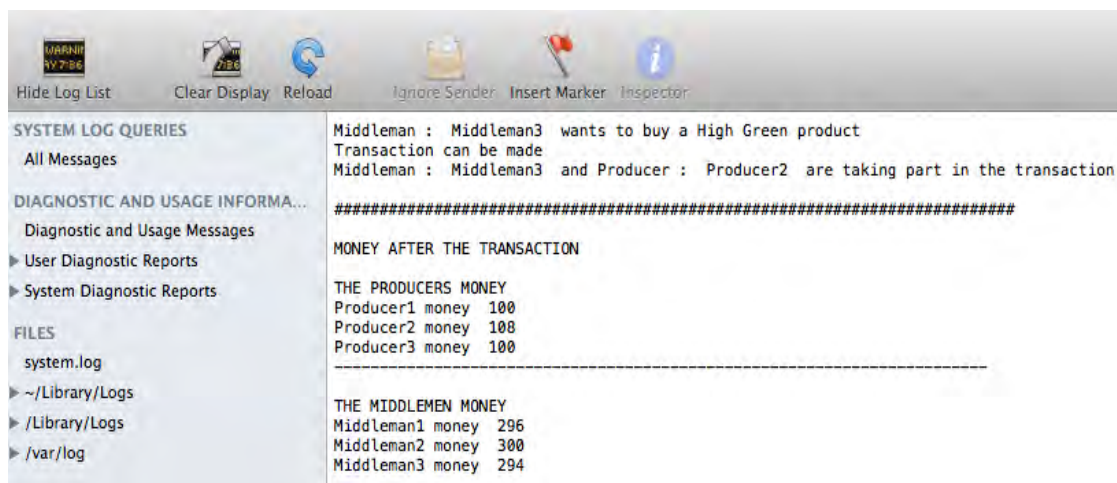


Εικόνα 4

Βλέπουμε ότι σαν πρώτη συναλλαγή έχει επιλεγεί ο μεσάζοντας Middleman1 ο οποίος επιθυμεί να αποκτήσει ένα υψηλής ποιότητας μπλε προϊόν " Middleman1 wants to buy a High Blue product " . Ακολουθεί το μήνυμα ότι η συναλλαγή μπορεί να πραγματοποιηθεί " Transaction can be made " δηλαδή και το προϊόν υπάρχει και τα χρήματα του αγοραστή επαρκούν για την απόκτησή του . Επιλέγει να το αγοράσει από τον παραγωγό Producer2 , "Middleman1 and Producer2 are taking part in the transaction " . Επειδή όμως η μεταβλητή risky του Middleman1 είναι 0 καλεί τον οργανισμό εντοπισμού για να εξακριβώσει εάν πράγματι ο Producer2 του πούλησε όντως ένα υψηλής ποιότητας μπλε προϊόν . Αφού εμφανιστεί το μήνυμα ότι ο υπηρεσία του οργανισμού κλήθηκε " Tracing Agency was called " αμέσως μετά έχουμε το πόρισμα του οργανισμού εντοπισμού . Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο πωλητής ( Producer2 ) δεν εξαπάτησε το αγοραστή (Middleman1) , " The seller was honest about the product's quality " . Ακριβώς από κάτω μετά εμφανίζονται μεταβολές στα ταμεία τους . Στον Producer2 έχουν πιστωθεί 2 μονάδες όσο κοστίζει ένα High Blue προϊόν ενώ από τον Middleman1 έχουν αφαιρεθεί 4 μονάδες . Οι 2 είναι για την αγορά του προϊόντος και οι άλλες 2 είναι η χρέωση της Tracing Agency διότι τελικά ο πωλητής αποδείχτηκε αξιόπιστος .

Στην εικόνα 5 φαίνεται η επόμενη συναλλαγή όπου μεσάζοντας Middleman3 αγοράζει ένα υψηλής ποιότητας πράσινο προϊόν από τον παραγωγό Producer2 πάλι .





Εικόνα 5

Η μόνη διαφορά εδώ είναι ότι ο Middleman3 δεν καλεί τον οργανισμό εντοπισμού, μιας και η risky μεταβλητή του είναι ίση με 1. Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο συνεχίζει η προσομοίωση να τρέχει εμφανίζοντας τα ίδια μηνύματα ανάλογα την περίπτωση που συναντάει.

Όταν ολοκληρωθούν οι συναλλαγές όπου οι μεσάζοντες παίζουν τον ρόλο του αγοραστή, τότε εμφανίζεται το νέο stock προϊόντων των παραγωγών που έχει δημιουργηθεί, από την αφαίρεση φυσικά των προϊόντων που έχουν αγοράσει οι μεσάζοντες (Εικόνα 6).



Εικόνα 6

Ακολουθούν προϊόντα που αγόρασε ο κάθε μεσαζόντας και από ποιον (αυτή η πληροφορία εμφανίζεται σε μορφή λίστας) , καθώς και το stock προϊόντων που μόλις δημιούργησαν (Εικόνα 7) .

```

THE MIDDLEMEN SHOPPING LISTS

Middleman1 High Blue shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'B3', 'B3'], ['Producer3']]
Middleman1 Low Blue shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'B2', 'B2'], ['Producer3', 'B2']]
Middleman1 High Green shopping list [['Producer1', 'G3'], ['Producer2', 'G3'], ['Producer3']]
Middleman1 Low Green shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'G2', 'G2', 'G2', 'G2'], ['Producer3']]
Middleman1 High Yellow shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'Y3'], ['Producer3']]
Middleman1 Low Yellow shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'Y2', 'Y2', 'Y2'], ['Producer3']]

Middleman2 High Blue shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'B1'], ['Producer3']]
Middleman2 Low Blue shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'B2', 'B2', 'B2'], ['Producer3']]
Middleman2 High Green shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'G1', 'G1'], ['Producer3']]
Middleman2 Low Green shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'G2'], ['Producer3']]
Middleman2 High Yellow shopping list [['Producer1', 'Y1'], ['Producer2', 'Y1', 'Y1'], ['Producer3', 'Y1']]
Middleman2 Low Yellow shopping list [['Producer1', 'Y2'], ['Producer2', 'Y2', 'Y2'], ['Producer3']]

Middleman3 High Blue shopping list [['Producer1', 'B1'], ['Producer2', 'B1', 'B1', 'B1', 'B1'], ['Producer3', 'B1']]
Middleman3 Low Blue shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'B2'], ['Producer3']]
Middleman3 High Green shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'G1', 'G1', 'G1', 'G1'], ['Producer3']]
Middleman3 Low Green shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'G2'], ['Producer3']]
Middleman3 High Yellow shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'Y1', 'Y1', 'Y1', 'Y1'], ['Producer3']]
Middleman3 Low Yellow shopping list [['Producer1'], ['Producer2', 'Y2'], ['Producer3']]

=====

THE MIDDLEMEN STOCK

Middleman1 Certificated High Blue {'B3': 2}
Middleman1 unCertificated High Blue {'B1': 0, 'B2': 0}
Middleman1 Low Blue {'B4': 0, 'B2': 4}
Middleman1 Certificated High Green {'G3': 2}
Middleman1 unCertificated High Green {'G2': 0, 'G1': 0}
Middleman1 Low Green {'G4': 0, 'G2': 5}
Middleman1 Certificated High Yellow {'Y3': 1}
Middleman1 unCertificated High Yellow {'Y1': 0, 'Y2': 0}
Middleman1 Low Yellow {'Y2': 4, 'Y4': 0}

-----

Middleman2 Certificated High Blue {'B3': 0}
Middleman2 unCertificated High Blue {'B1': 1, 'B2': 0}
Middleman2 Low Blue {'B4': 0, 'B2': 3}
Middleman2 Certificated High Green {'G3': 0}
Middleman2 unCertificated High Green {'G2': 0, 'G1': 2}
Middleman2 Low Green {'G4': 0, 'G2': 1}
Middleman2 Certificated High Yellow {'Y3': 0}
Middleman2 unCertificated High Yellow {'Y1': 4, 'Y2': 0}
Middleman2 Low Yellow {'Y2': 3, 'Y4': 0}

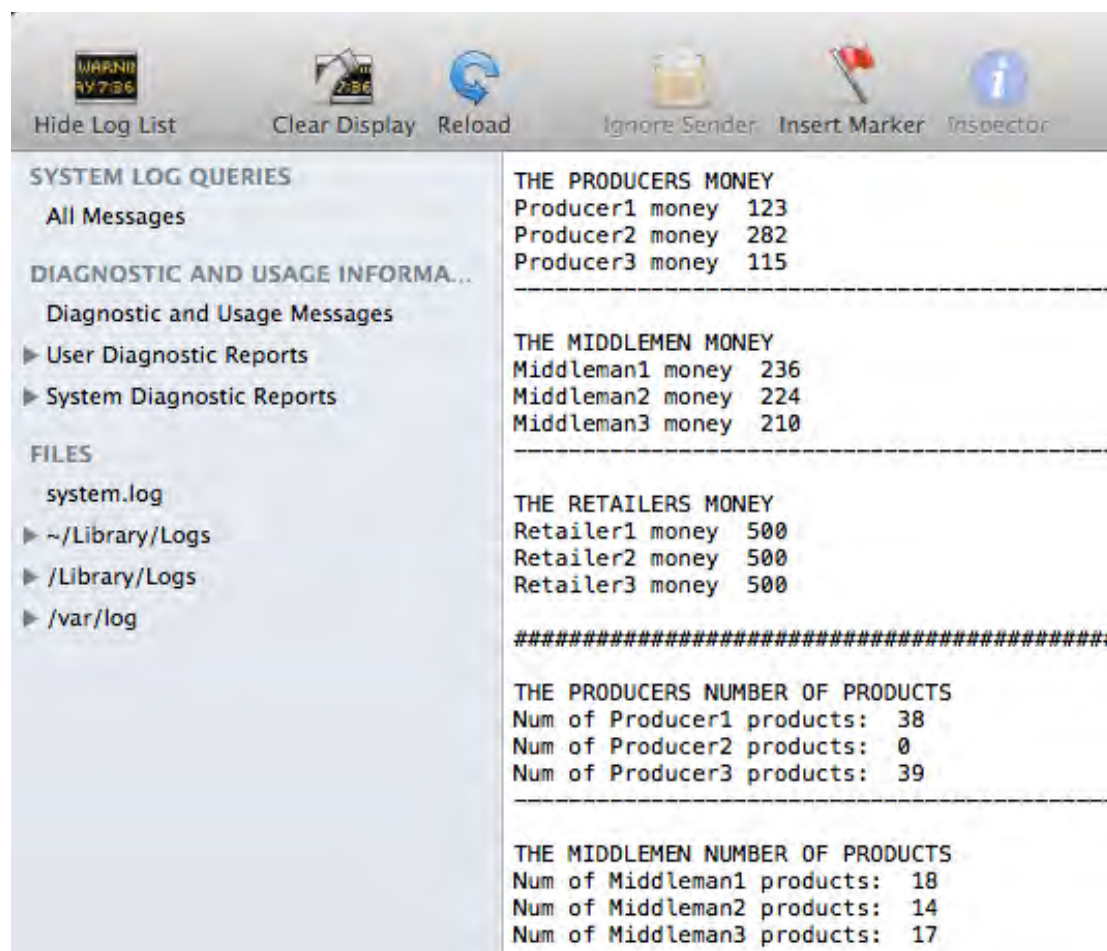
-----

Middleman3 Certificated High Blue {'B3': 0}
Middleman3 unCertificated High Blue {'B1': 6, 'B2': 0}
Middleman3 Low Blue {'B4': 0, 'B2': 1}
Middleman3 Certificated High Green {'G3': 0}
Middleman3 unCertificated High Green {'G2': 0, 'G1': 4}
Middleman3 Low Green {'G4': 0, 'G2': 1}
Middleman3 Certificated High Yellow {'Y3': 0}
Middleman3 unCertificated High Yellow {'Y1': 4, 'Y2': 0}
Middleman3 Low Yellow {'Y2': 1, 'Y4': 0}

```

Εικόνα 7

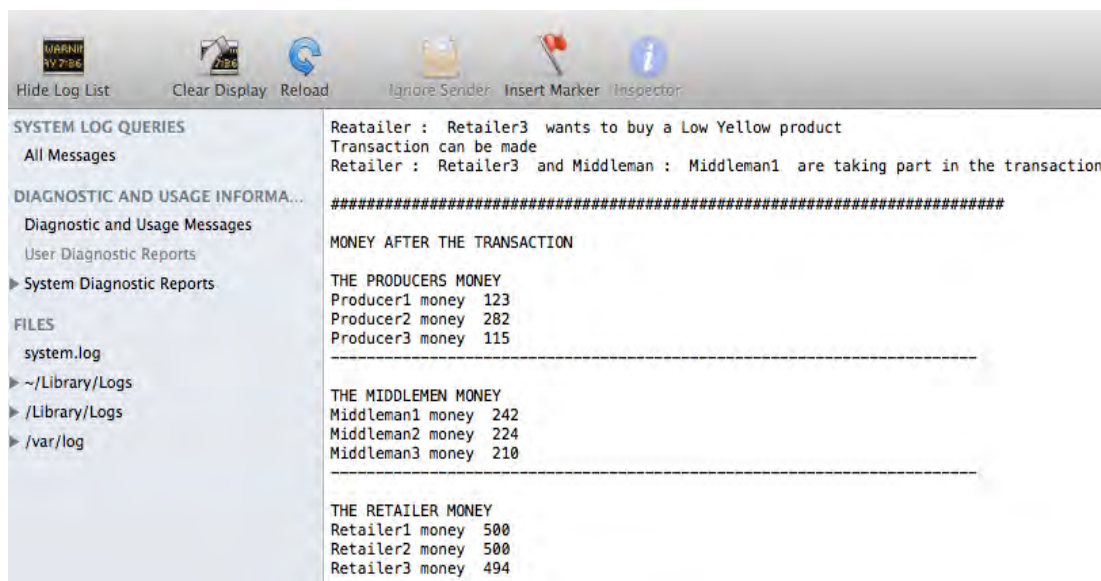
Έπονται τα χρήματα των παραγωγών , των μεσαζόντων και των λιανοπωλητών μιας και τώρα είναι η σειρά τους να παίξουν τον ρόλο των αγοραστών στις συναλλαγές που θα ακολουθήσουν , καθώς και το συνολικό πλήθος των προϊόντων των παραγωγών και των μεσαζόντων (Εικόνα 8).



Εικόνα 8

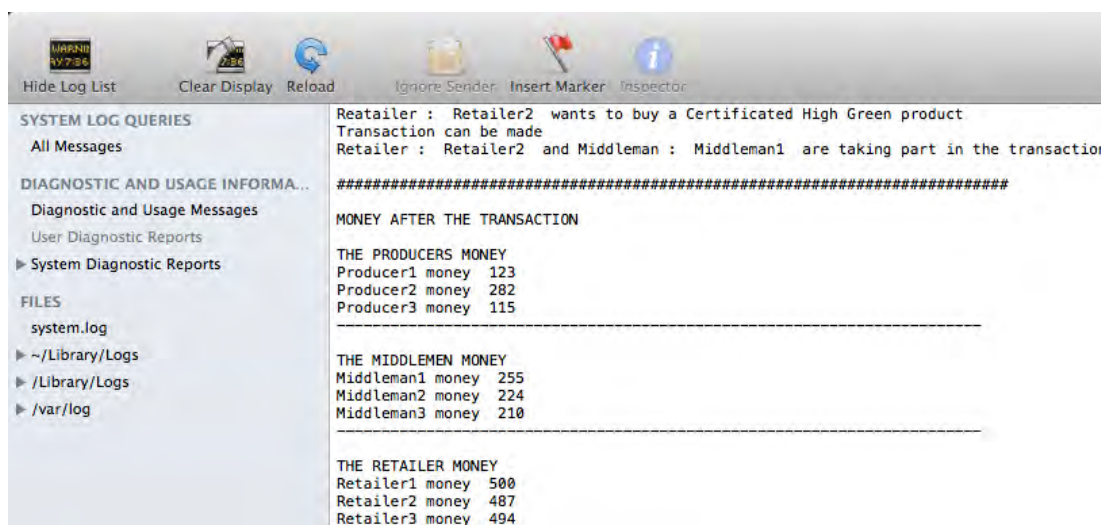
Τώρα όπως μόλις πιο πάνω αναφέρθηκε είναι ώρα των λιανοπωλητών να εισέλθουν στην αγορά παίζοντας το ρόλο των αγοραστών με τους μεσάζοντες και παραγωγούς αυτόν των πωλητών. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 9 ο λιανοπωλητής Retailer3 επιθυμεί την απόκτηση ενός χαμηλής ποιότητας κίτρινου προϊόντος, "Retailer3 wants to buy a Low Yellow product". Μετά τους απαραίτητους ελέγχους όσον αφορά την διαθεσιμότητα του προϊόντος και την επάρκεια των χρημάτων διαπιστώνεται ότι η συναλλαγή μπορεί να πραγματοποιηθεί "Transaction can be made" και επιλέγεται σαν πωλητής ο Middleman1, "Retailer3 and Middleman1 are taking part in the transaction". Ακολουθούν οι μεταβολές στα ποσά των χρημάτων τους, με την αφαίρεση του κόστους αγοράς από έναν μεσάζοντα ενός χαμηλής ποιότητας κίτρινου προϊόντος από τον Retailer3 και την πίστωση αυτού του ποσού στον Middleman1 (Εικόνα 9).





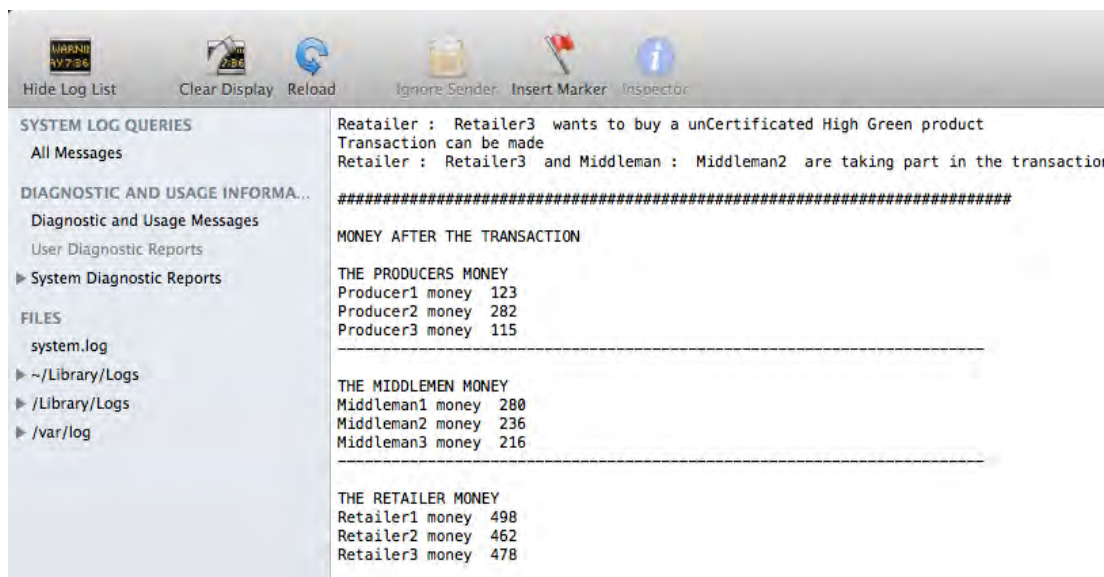
Εικόνα 9

Την επόμενη συναλλαγή πρόκειται να την πραγματοποιήσει ο Retailer2 ο οποίος δεν είναι πρόθυμος να ρισκάρει καθόλου και το υψηλής ποιότητας πράσινο προϊόν που θέλει να αγοράσει επιθυμεί να είναι και ελεγμένο από τον Οργανισμό εντοπισμού συνεπώς να φέρει πιστοποίηση , " Retailer2 wants to buy a Certificated High Green product " . Γίνεται ο έλεγχος τα χρήματα υπάρχουν από μεριάς αγοραστή και το προϊόν μπορεί να διατεθεί από τον Middleman1 . Πράγματι Πραγματοποιείται η συναλλαγή και στη συνέχεια όπως μετά από κάθε συναλλαγή εμφανίζονται τα νέα ποσά χρημάτων που έχει ο κάθε παίχτης (Εικόνα 10) .



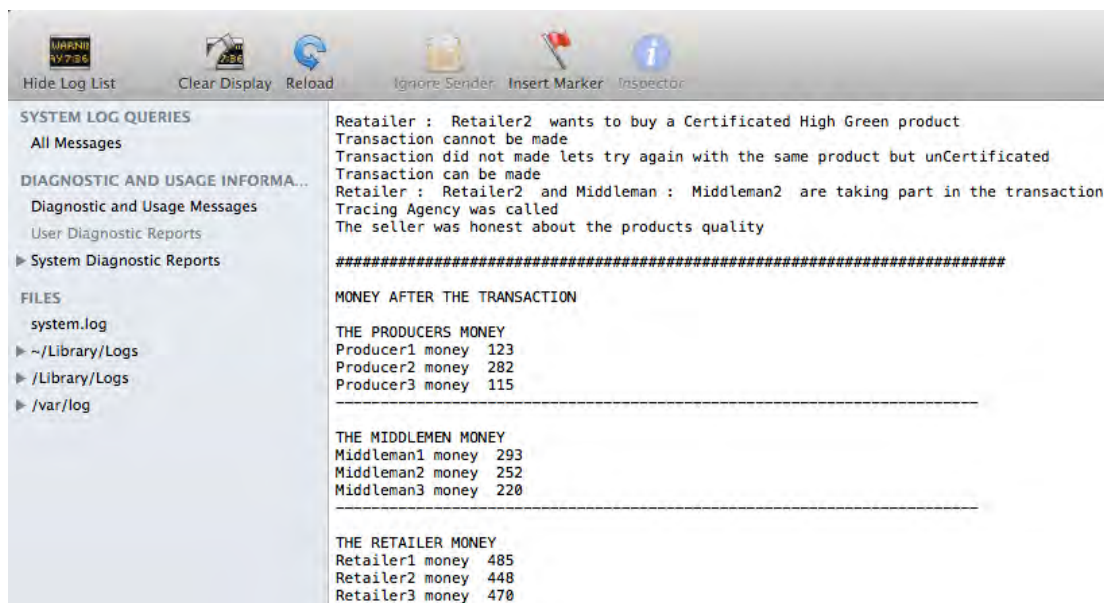
Εικόνα 10

Ο λιανοπωλητής Retailer3 αν ανατρέξουμε στις τιμές των χαρακτηριστικών του θα διαπιστώσουμε ότι δεν είναι διατεθειμένος να επωμιστεί το επιπλέον κόστος ενός πιστοποιημένου προϊόντος και αρκείται ρισκάροντας ( $risky = 1$ ) όμως, σε ένα χωρίς από τον Middleman2. "Retailer3 wants to buy an unCertificated High Green product", "Retailer3 and Middleman2 are taking part in the transaction", (Εικόνα 11).



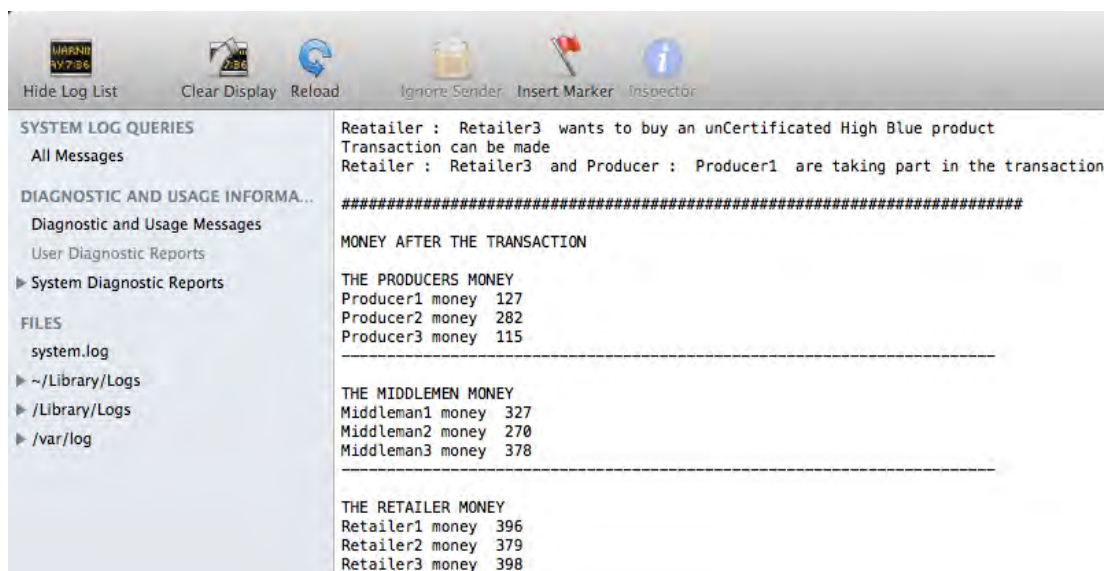
Εικόνα 11

Μία ακόμη αξιοσημείωτη περίπτωση είναι η παρακάτω όπου ο μεσάζοντας Retailer2 όπου δεν επιθυμεί να ρισκάρει ζητάει ένα πιστοποιημένο υψηλής ποιότητας πράσινο προϊόν, "Retailer2 wants to buy a Certificated High Green product", όμως κανείς από τους πωλητές δεν διαθέτει και η συναλλαγή δεν μπορεί να γίνει, "Transaction cannot be made", αλλά δεν ακυρώνεται. Γίνεται προσπάθεια για το ίδιο προϊόν αλλά χωρίς την πιστοποίηση, "Transaction did not make lets try again with the same product but unCertificated". Πράγματι High Green χωρίς πιστοποίηση υπάρχει στον Middleman2 από όπου και αγοράζεται αλλά αμέσως καλείται ο Οργανισμός εντοπισμού για την πιστοποίησή του ή όχι, "Tracing Agency was called", και τελικά ο Middleman2 αποδεικνύεται τίμιος πωλητής στην συγκεκριμένη του συναλλαγή, "The seller was honest about the product's quality". Ακολουθούν όπως πάντα τα ανανεωμένα μετά τη συναλλαγή ταμεία των παιχτών (Εικόνα 12).



Εικόνα 12

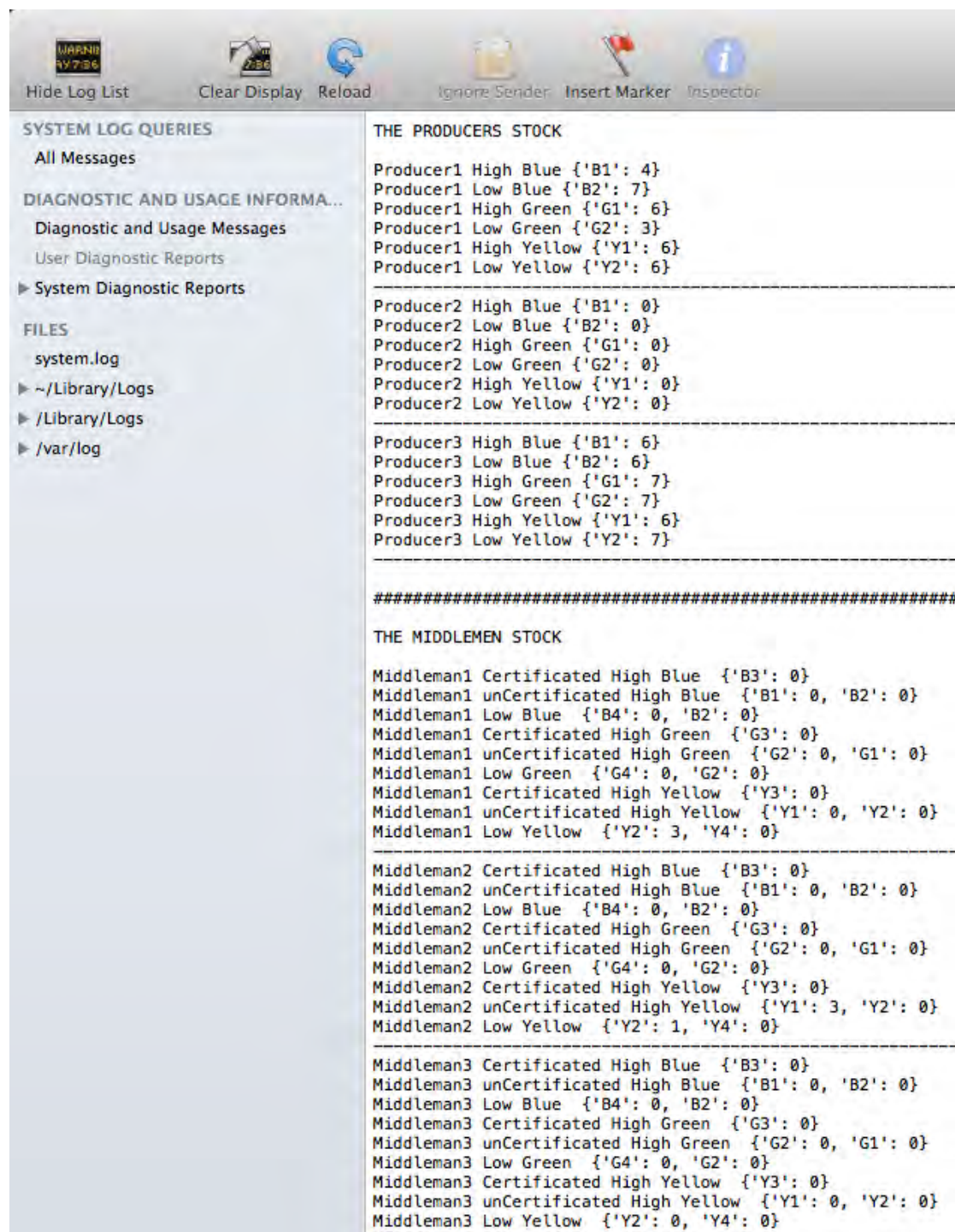
Όταν ο λιανοπωλητής Retailer3 ζητάει ένα υψηλής ποιότητας μπλε προϊόν το οποίο όμως έχει εξαντληθεί και δεν υπάρχει διαθέσιμο στους μεσάζοντες πριν ακυρώσει την συναλλαγή κάνει μία προσπάθεια στους παραγωγούς, το αναζητεί εκεί και δικαιώνεται καθώς το βρίσκει στον παραγωγό Producer1 (Εικόνα 13).



Εικόνα 13



Τέλος όπως και πριν έτσι και εδώ με την ολοκλήρωση των αγοροπωλησιών όπου οι λιανοπωλητές παίζουν τον ρόλο των αγοραστών εμφανίζεται το νέο stock προϊόντων που έχει δημιουργηθεί από τους παραγωγούς και τους μεσάζοντες (Εικόνα 14) .



Εικόνα 14

Τα προϊόντα που αγόρασε ο κάθε λιανοπωλητής και από ποιον αναλυτικά σε λίστες (Εικόνα 15) καθώς και το stock προϊόντων που δημιούργησε ο καθένας τους (Εικόνα 16).

THE RETAILERS SHOPPING LISTS

```


Retailer1 High Blue shopping list [['Middleman1', 'B3'], ['Middleman2'], ['Middleman3', 'B3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer1 Low Blue shopping list [['Middleman1', 'B2', 'B2', 'B2'], ['Middleman2'], ['Middleman3', 'B2'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer1 High Green shopping list [['Middleman1', 'G3'], ['Middleman2'], ['Middleman3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer1 Low Green shopping list [['Middleman1', 'G2', 'G2', 'G2'], ['Middleman2'], ['Middleman3'], ['Producer1', 'G2'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer1 High Yellow shopping list [['Middleman1'], ['Middleman2'], ['Middleman3', 'Y3', 'Y3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer1 Low Yellow shopping list [['Middleman1'], ['Middleman2', 'Y2'], ['Middleman3', 'Y2'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]

Retailer2 High Blue shopping list [['Middleman1', 'B3'], ['Middleman2'], ['Middleman3', 'B3'], ['Producer1', 'B3'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer2 Low Blue shopping list [['Middleman1'], ['Middleman2', 'B2', 'B2'], ['Middleman3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer2 High Green shopping list [['Middleman1', 'G3'], ['Middleman2', 'G3'], ['Middleman3', 'G3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer2 Low Green shopping list [['Middleman1', 'G2'], ['Middleman2'], ['Middleman3'], ['Producer1', 'G2', 'G2'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer2 High Yellow shopping list [['Middleman1', 'Y3'], ['Middleman2'], ['Middleman3', 'Y3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer2 Low Yellow shopping list [['Middleman1'], ['Middleman2', 'Y2'], ['Middleman3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]

Retailer3 High Blue shopping list [['Middleman1'], ['Middleman2', 'B1', 'B2'], ['Middleman3', 'B1', 'B1', 'B1'], ['Producer1', 'B1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer3 Low Blue shopping list [['Middleman1', 'B2'], ['Middleman2'], ['Middleman3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer3 High Green shopping list [['Middleman1'], ['Middleman2', 'G1'], ['Middleman3', 'G1', 'G1', 'G1'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer3 Low Green shopping list [['Middleman1', 'G2'], ['Middleman2', 'G2'], ['Middleman3', 'G2'], ['Producer1', 'G2'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer3 High Yellow shopping list [['Middleman1'], ['Middleman2', 'Y1'], ['Middleman3', 'Y1'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]
Retailer3 Low Yellow shopping list [['Middleman1', 'Y2'], ['Middleman2'], ['Middleman3'], ['Producer1'], ['Producer2'], ['Producer3']]

```

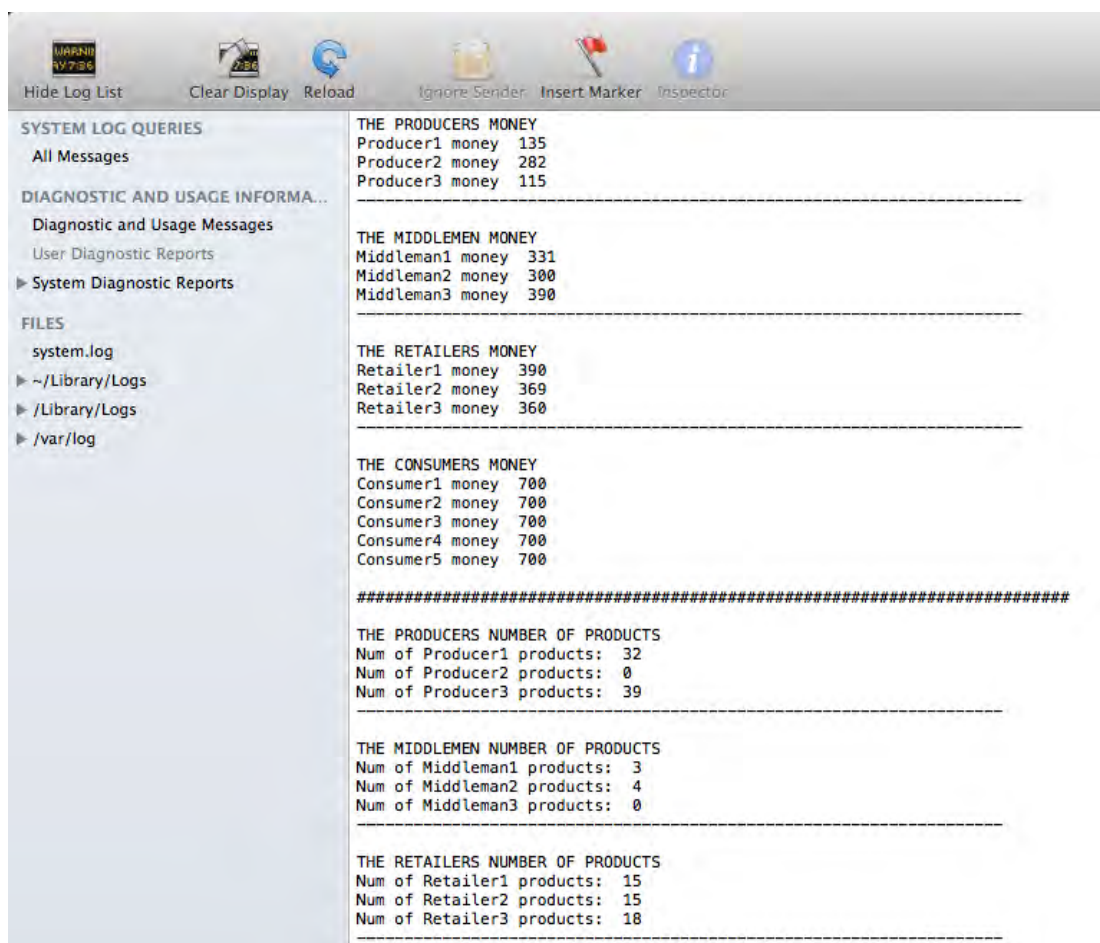
Εικόνα 15

     	<div>Hide Log List</div> <div>Clear Display</div> <div>Reload</div> <div>Ignore Sender</div> <div>Insert Marker</div> <div>Inspector</div>
<div>SYSTEM LOG QUERIES</div> <div>All Messages</div> <div>DIAGNOSTIC AND USAGE INFORMATION</div> <div>Diagnostic and Usage Messages</div> <div>User Diagnostic Reports</div> <div>System Diagnostic Reports</div> <div>FILES</div> <div>system.log</div> <div>~/Library/Logs</div> <div>/Library/Logs</div> <div>/var/log</div>	<div>THE RETAILERS STOCK</div> <div>Retailer1 Certificated High Blue {'B3': 2}</div> <div>Retailer1 unCertificated High Blue {'B1': 0, 'B2': 0}</div> <div>Retailer1 Low Blue {'B4': 0, 'B2': 4}</div> <div>Retailer1 Certificated High Green {'G3': 1}</div> <div>Retailer1 unCertificated High Green {'G2': 0, 'G1': 0}</div> <div>Retailer1 Low Green {'G4': 0, 'G2': 4}</div> <div>Retailer1 Certificated High Yellow {'Y3': 2}</div> <div>Retailer1 unCertificated High Yellow {'Y1': 0, 'Y2': 0}</div> <div>Retailer1 Low Yellow {'Y2': 2, 'Y4': 0}</div> <div>Retailer2 Certificated High Blue {'B3': 4}</div> <div>Retailer2 unCertificated High Blue {'B1': 0, 'B2': 0}</div> <div>Retailer2 Low Blue {'B4': 0, 'B2': 2}</div> <div>Retailer2 Certificated High Green {'G3': 3}</div> <div>Retailer2 unCertificated High Green {'G2': 0, 'G1': 0}</div> <div>Retailer2 Low Green {'G4': 0, 'G2': 3}</div> <div>Retailer2 Certificated High Yellow {'Y3': 2}</div> <div>Retailer2 unCertificated High Yellow {'Y1': 0, 'Y2': 0}</div> <div>Retailer2 Low Yellow {'Y2': 1, 'Y4': 0}</div> <div>Retailer3 Certificated High Blue {'B3': 0}</div> <div>Retailer3 unCertificated High Blue {'B1': 5, 'B2': 1}</div> <div>Retailer3 Low Blue {'B4': 0, 'B2': 1}</div> <div>Retailer3 Certificated High Green {'G3': 0}</div> <div>Retailer3 unCertificated High Green {'G2': 0, 'G1': 4}</div> <div>Retailer3 Low Green {'G4': 0, 'G2': 4}</div> <div>Retailer3 Certificated High Yellow {'Y3': 0}</div> <div>Retailer3 unCertificated High Yellow {'Y1': 2, 'Y2': 0}</div> <div>Retailer3 Low Yellow {'Y2': 1, 'Y4': 0}</div>

Εικόνα 16



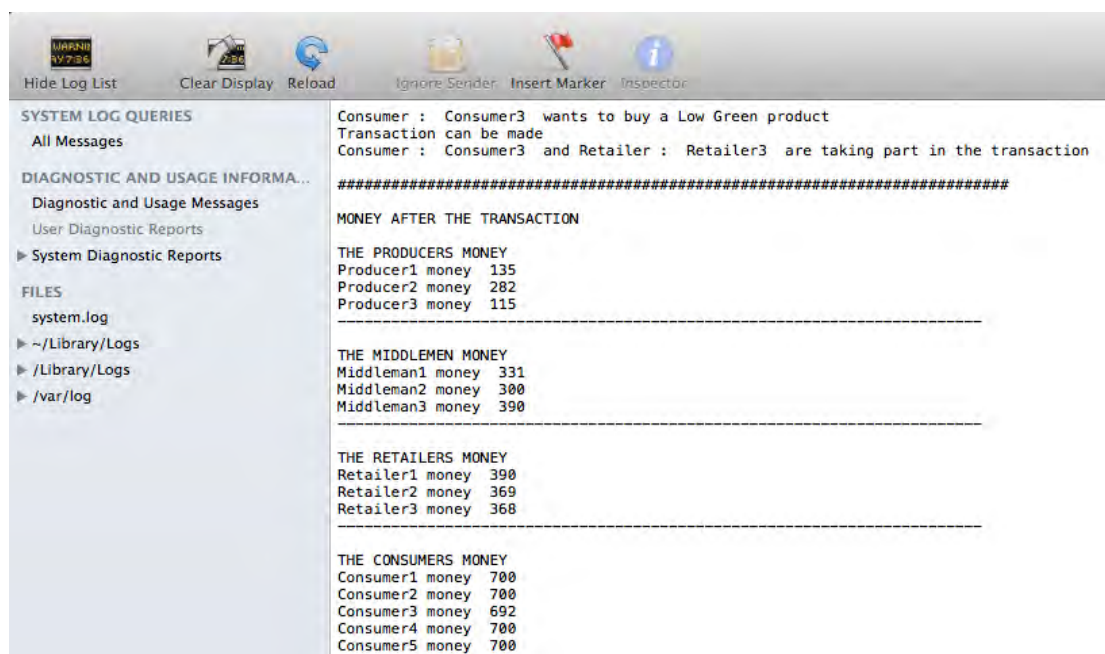
Στην εικόνα 17 ακολουθούν τα χρήματα και το συνολικό πλήθος προϊόντων των παραγωγών, μεσαζόντων και λιανοπωλητών καθώς και τα χρήματα που έχουν στη διάθεση τους οι καταναλωτές μιας και μπήκαμε στην τελευταία φάση του παιχνιδιού όπου οι καταναλωτές αγοράζουν προϊόντα και οι υπόλοιποι πουλάνε.



SYSTEM LOG QUERIES	
All Messages	
DIAGNOSTIC AND USAGE INFORMATION	
Diagnostic and Usage Messages	
User Diagnostic Reports	
System Diagnostic Reports	
FILES	
system.log	
~/Library/Logs	
/Library/Logs	
/var/log	
THE PRODUCERS MONEY	
Producer1 money	135
Producer2 money	282
Producer3 money	115
THE MIDDLEMEN MONEY	
Middleman1 money	331
Middleman2 money	300
Middleman3 money	390
THE RETAILERS MONEY	
Retailer1 money	390
Retailer2 money	369
Retailer3 money	360
THE CONSUMERS MONEY	
Consumer1 money	700
Consumer2 money	700
Consumer3 money	700
Consumer4 money	700
Consumer5 money	700
=====	
THE PRODUCERS NUMBER OF PRODUCTS	
Num of Producer1 products	32
Num of Producer2 products	0
Num of Producer3 products	39
THE MIDDLEMEN NUMBER OF PRODUCTS	
Num of Middleman1 products	3
Num of Middleman2 products	4
Num of Middleman3 products	0
THE RETAILERS NUMBER OF PRODUCTS	
Num of Retailer1 products	15
Num of Retailer2 products	15
Num of Retailer3 products	18

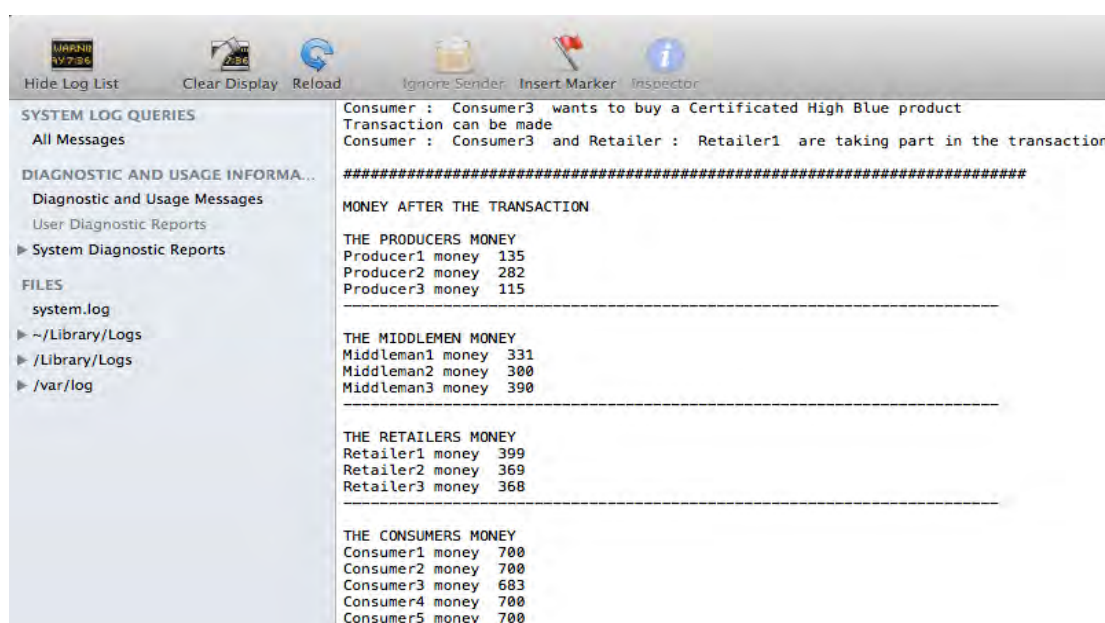
Εικόνα 17

Στην πρώτη συναλλαγή των καταναλωτών έχει επιλεγεί ο Consumer3 ο οποίος θέλει να αγοράσει ένα χαμηλής ποιότητας πράσινο προϊόν και επιλέγει να το πάρει από τον Retailer3 (Εικόνα 18).



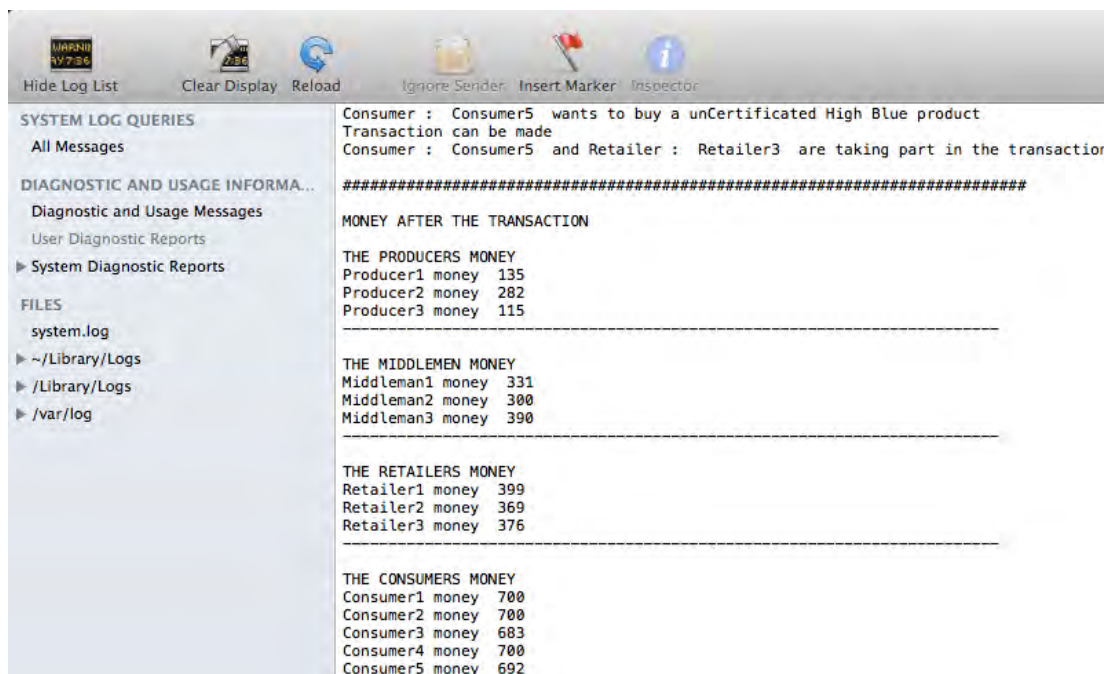
Εικόνα 18

Στην εικόνα 19 παρουσιάζονται τα μηνύματα που εμφανίζονται κατά την επόμενη συναλλαγή ενός πιστοποιημένου υψηλής ποιότητας μπλε προϊόντος ανάμεσα στον καταναλωτή Consumer3 και τον λιανοπωλητή Retailer1. Πιστοποιημένο φυσικά μιας και η μεταβλητή risky του Consumer3 είναι ίση με 0.



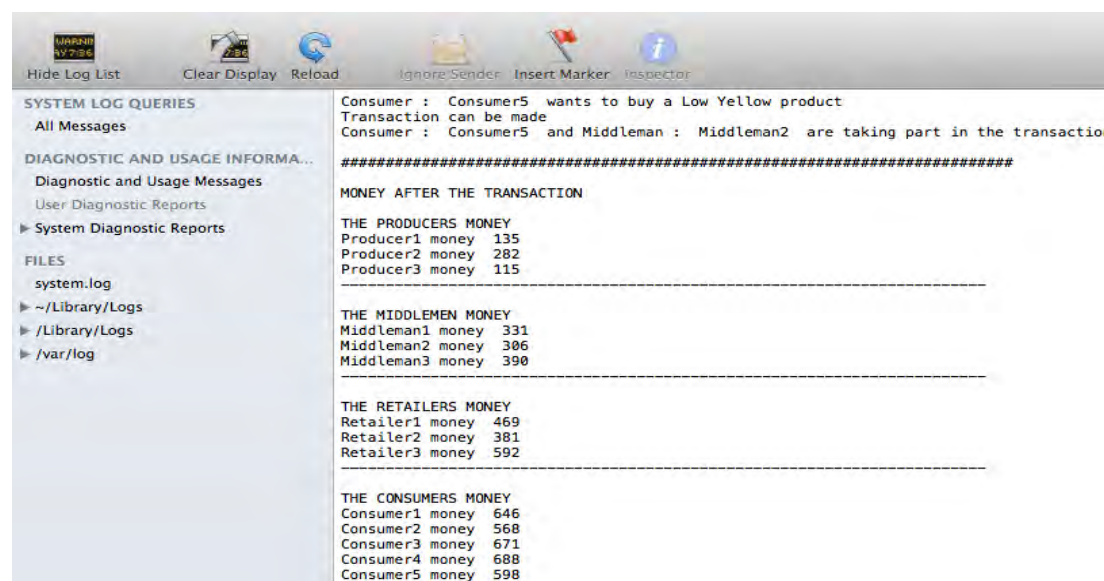
Εικόνα 19

Ακολουθεί ο καταναλωτής Consumer5 και η αγορά ενός υψηλής ποιότητας μπλε προϊόντος χωρίς πιστοποίηση (Consumer5.risky = 1) από τον λιανοπωλητή Retailer3, (Εικόνα 20).



Εικόνα 20

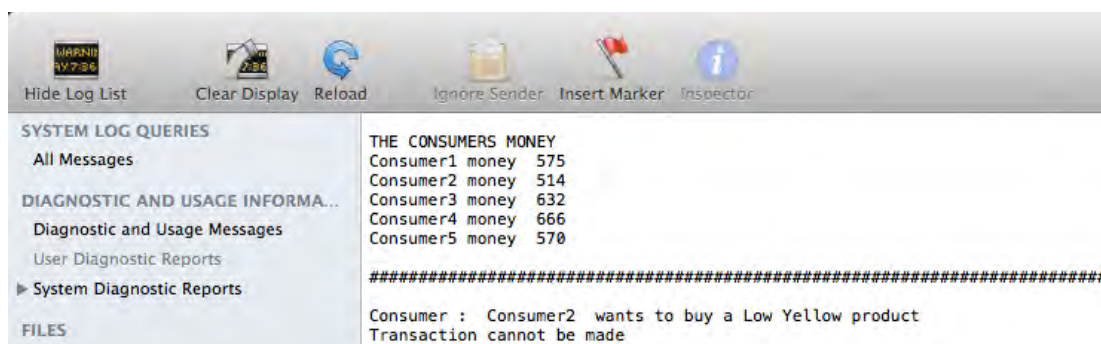
Όταν ο καταναλωτής Consumer5 ζητάει να αγοράσει ένα χαμηλής ποιότητας κίτρινο προϊόν το οποίο δεν έχει κανένας λιανοπωλητής τότε το αγοράζει από τον μεσάζοντα Middleman2 που το έχει διαθέσιμο στο stock του (Εικόνα 21).



Εικόνα 21

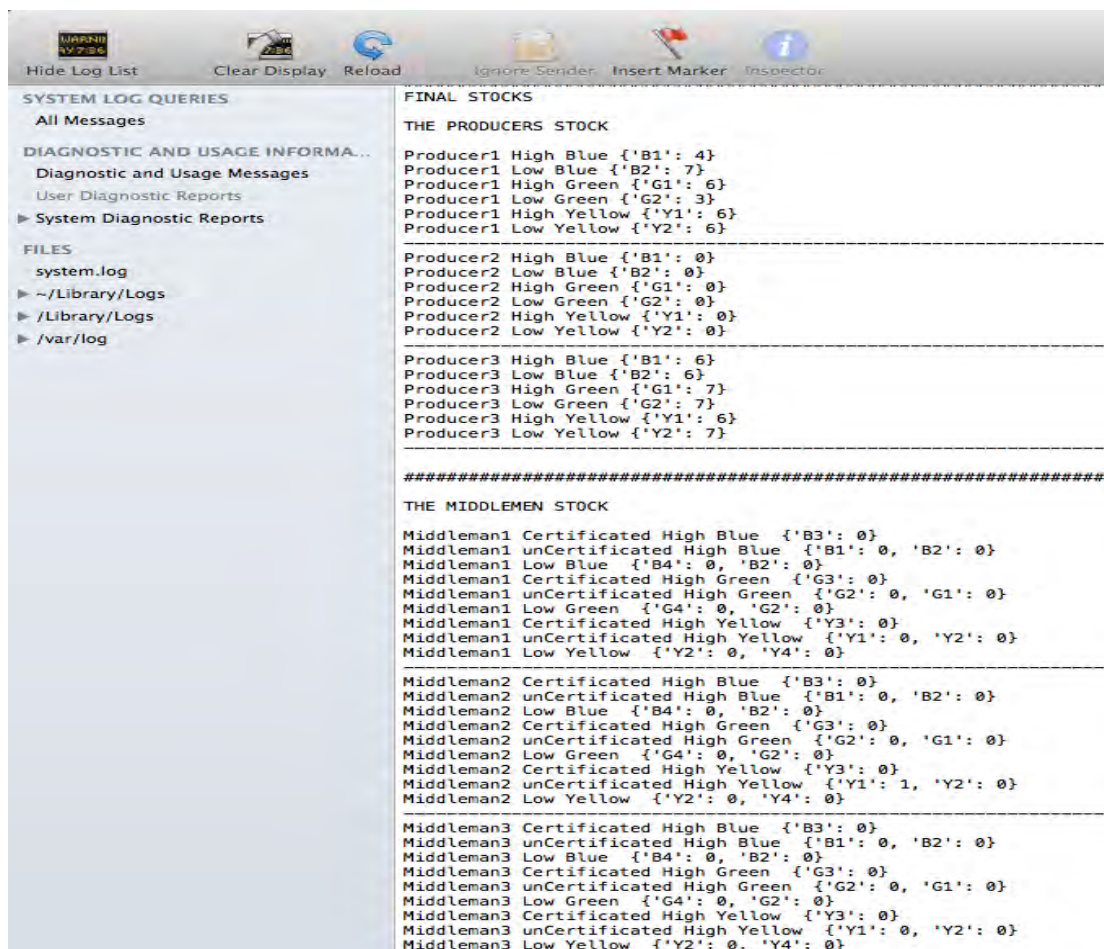


Υπάρχουν και περιπτώσεις όμως όπου η συναλλαγή πρέπει να ακυρωθεί είτε γιατί το προϊόν δεν υπάρχει σε κανένα stock καμίας κατηγορίας πωλητών είτε τα χρήματα του αγοραστή δεν επαρκούν να καλύψουν το κόστος τους . Μια τέτοια περίπτωση παρουσιάζεται στην εικόνα 22 , "Transaction cannot be made" , όπου ο καταναλωτής Consumer2 θέλει να αγοράσει ένα χαμηλής ποιότητας κίτρινο προϊόν αλλά αυτό δεν είναι εφικτό γιατί το προϊόν δεν υπάρχει σε καμίας κατηγορίας πωλητών stock καθώς όπως βλέπουμε τα χρήματα τα διαθέτει .

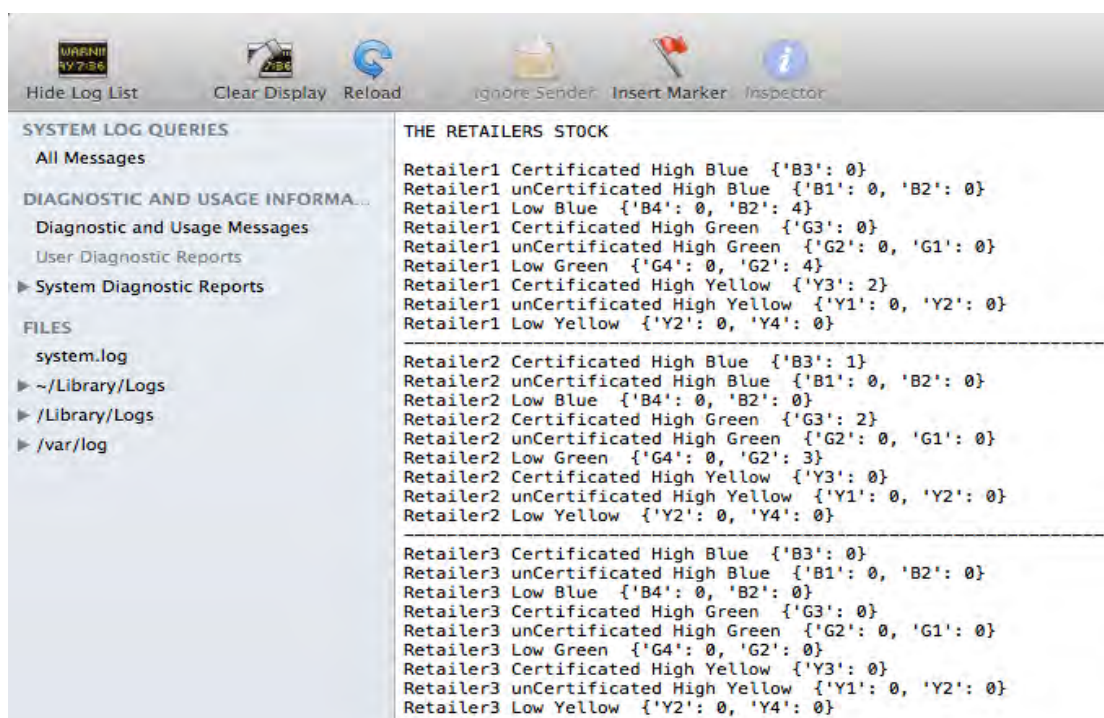


Εικόνα 22

Μετά το πέρας όλων των συναλλαγών στην επόμενη σελίδα εμφανίζονται τα τελικά stock των πωλητών , ότι δηλαδή έμεινε απούλητο από τους παραγωγούς , τους μεσάζοντας και τους λιανοπωλητές (Εικόνα 23 , 24) .



Εικόνα 23



Εικόνα 24

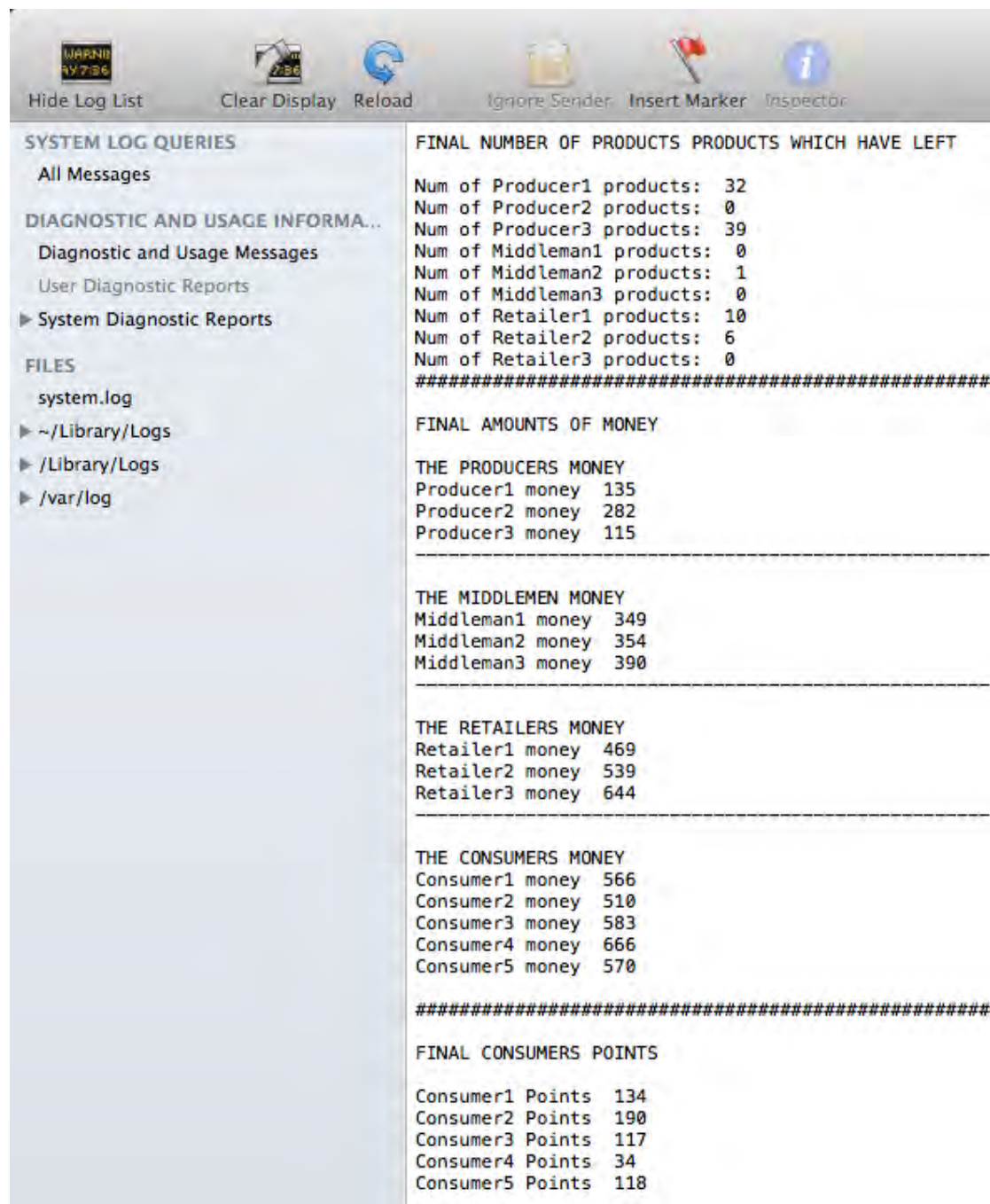
Ακολουθεί ξανά μια σύνοψη των τιμών των χαρακτηριστικών των παιχτών (Εικόνα 25) .

SYSTEM LOG QUERIES		PLAYERS CHARACTERISTICS	
All Messages		Producer1 honesty:	1
		Producer2 honesty:	1
		Producer3 honesty:	0
DIAGNOSTIC AND USAGE INFORMATION...		Middleman1 honesty:	1
Diagnostic and Usage Messages		Middleman1 risky:	0
User Diagnostic Reports		Middleman2 honesty:	0
		Middleman2 risky:	1
System Diagnostic Reports		Middleman3 honesty:	0
		Middleman3 risky:	1
FILES		Retailer1 honesty:	0
system.log		Retailer1 risky:	0
~/Library/Logs		Retailer2 honesty:	1
/Library/Logs		Retailer2 risky:	0
/var/log		Retailer3 honesty:	0
		Retailer3 risky:	1
		Consumer1 risky:	0
		Consumer2 risky:	1
		Consumer3 risky:	0
		Consumer4 risky:	1
		Consumer5 risky:	1

Εικόνα 25

Έπεται το σύνολο σε πλήθος , των προϊόντων όπου έμειναν απούλητα από τους παίχτες οι οποίοι πήραν ρόλο πωλητή (παραγωγοί , μεσάζοντες , λιανοπωλητές) , καθώς και τα τελικά ποσά των χρημάτων όλων των παιχτών . Επιπρόσθετα και οι πόντοι ικανοποίησης του κάθε καταναλωτή στην εικόνα 26 της επόμενης σελίδας .





Εικόνα 26

Τέλος ο αριθμός των συναλλαγών που πραγματοποίησε η κάθε υποκατηγορία των αγοραστών παιχτών (μεσάζοντες , λιανοπωλητές , καταναλωτές) , οι πίνακες με τις νέες τιμές φήμης του καθενός ( υπενθυμίζεται ότι αρχικά όλοι είχαν ξεκινήσει με φήμη 1) και τέλος ο νικητής κάθε κατηγορίας (Εικόνα 27) .

```

Consumer4 Points 34
Consumer5 Points 118

#####

NUMBER OF TRANSACTIONS

Num of Middlemen transactions: 49
Num of Retailers transactions: 48
Num of Consumers transactions: 40

#####

FINAL REPUTATION TABLES

final Producers Reputation table: {'Producer3': 1, 'Producer2': 5, 'Producer1': 3}
final Middlemen Reputation table: {'Middleman1': 1, 'Middleman3': 8, 'Middleman2': 4}
final Retailers Reputation table: {'Retailer1': 0, 'Retailer3': 11, 'Retailer2': 1}

#####

THE WINNERS

In producer category the winner is: Producer2
In middleman category the winner is: Middleman3
In retailer category the winner is: Retailer3
In consumer category the winner is: Consumer2

The end
>>>

```

Εικόνα 27

Κλείνοντας σχολιάζοντας το συγκεκριμένο τρέξιμο αυτής της προσομοίωσης όπου τα χαρακτηριστικά των παιχτών επιλέχθηκαν τυχαία , βλέπουμε ότι νικητής στους παραγωγούς αναδείχθηκε ένας τίμιος , στους μεσάζοντες και λιανοπωλητές αυτοί που κυριάρχησαν ήταν ανέντιμοι ως προς τις πωλήσεις τους αλλά και ριψοκίνδυνοι ως προς τις αγορές τους όπως και ο καταναλωτής που επικράτησε είχε υιοθετήσει την ριψοκίνδυνη και αυτός συμπεριφορά στις αγορές του . Επίσης αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι νικητές όλων των κατηγοριών έχουν και την μεγαλύτερη φήμη ο καθένας στη δικιά του .

## Κεφάλαιο 5

### Συμπεράσματα και Μελλοντικές επεκτάσεις

#### 5.1 Συμπεράσματα

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής μελετήθηκε το Trust and Tracing game και αναπτύχθηκε με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python [36] μία πολυπρακτορική προσομοίωση στην οποία υιοθετήθηκε το κεντροποιημένο (centralized) μοντέλο διαχείρισης εμπιστοσύνης .

Μετά από έναν ικανοποιητικό αριθμό προσομοιώσεων αυτό που μπορεί εύκολα κανείς να συμπεράνει για τον νικητή κάθε κατηγορίας είναι τα εξής :

- i. Στην κατηγορία των παραγωγών (Producers) νικητής αναδεικνύονταν κάποιος τίμιος .
- ii. Στην κατηγορία των μεσαζόντων (Middlemen) στην συντριπτική πλειοψηφία οι νικητές ήταν ανέντιμοι ως προς τις πωλήσεις τους αλλά και ριψοκίνδυνοι ως προς τις αγορές τους .
- iii. Στην κατηγορία των λιανοπωλητών (Retailers) τα πράγματα ήταν ξεκάθαρα μόνο ως προς την διάθεση τους στις πωλήσεις , όπου ο νικητής λιανοπωλητής ήταν σχεδόν πάντα τίμιος . Ως προς την διάθεσή που παρουσίαζαν στην αγοραστική τους δραστηριότητα δείχνουν να

υπερτερούν πολύ οριακά οι πιο επιφυλακτικοί χαρακτήρες , αυτοί που προτίμησαν να μη ρισκάρουν .

- iv. Στην κατηγορία των καταναλωτών (Consumers) νικητές είναι οι επιφυλακτικοί , αυτοί που δεν ρισκάρισαν και προτίμησαν πιστοποιημένης ποιότητας προϊόντα παρά το υψηλότερο κόστος τους .
- v. Τέλος σημαντικό είναι να αναφερθεί σαν κοινό συμπέρασμα σε όλες τις κατηγορίες παιχτών , ότι ο εκάστοτε νικητής κατά κόρον είχε και την μεγαλύτερη φήμη στην κατηγορία του .

## 5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Στα πλαίσια μελλοντικών επεκτάσεων ή αλλαγών στην υπάρχουσα υλοποίηση επισημαίνονται τα εξής :

- i. Θα ήταν ενδιαφέρον κανείς να πειραματιστεί κανείς με μία πολυπρακτορική προσομοίωση του Trust and Tracing game στην οποία να υιοθετείται το μοντέλο κατανεμημένης διαχείρισης εμπιστοσύνης . Πιθανώς μία τέτοια υλοποίηση όμως να οδηγούσε σε πιο αργούς χρόνους εκτέλεσης μιας θα υπήρχε μία επιπλέον επιβάρυνση , αυτή του κόστους επικοινωνίας μεταξύ των πρακτόρων για την γνωστοποίηση και τον υπολογισμό της εμπιστοσύνης .
- ii. Φήμη (Reputation) για κάθε προϊόν ξεχωριστά , δηλαδή κάθε πωλητής να έχει τρεις τιμές φήμης μία για κάθε είδος προϊόντος που πουλάει και όχι μία συνολική. Μπορεί ο X πωλητής παρόλο που είναι αναξιόπιστος στα Y προϊόντα να είναι αξιόπιστος στα Z .
- iii. Τυχαίες συμπεριλαμβανομένου και αρνητικές , αρχικές τιμές στην φήμη του καθενός και όχι μονάδα όπως είναι τώρα . Ενδιαφέρον θα ήταν να

δούμε αν κάποιος παίχτης ξεκινήσει με αρνητική φήμη αν θα μπορούσε να μπει στο παιχνίδι να διεκδικήσει κάτι .

- iv. Επιβολή διαφορετικών ποινών σε περίπτωση εξαπάτησης .
- v. Θα μπορούσε να υλοποιηθεί σε άλλη γλώσσα και πολυπρακτορική πλατφόρμα όπως για παράδειγμα με την χρήση του Java Agent Development Framework (JADE) [37] .



# Κεφάλαιο 6

## Βιβλιογραφία

1. Simmel G. , 1950 [1908] , *The Sociology of George Simmel* ,trans. , ed. & Intr. K.H Wolff , Glencoe , IL , Free Press .
2. Sebastiaan Meijer , Tim Verwaart , *Demonstration of a Multi-Agent Simulation Model of Trust in Supply Chains* , Social Sciences Group, Wageningen UR .
3. Dmytro Tykhonov , Catholijn Jonker , Sebastiaan Meijer , Tim Verwaart , *Agent – Based Simulation of the Trust and Tracing Game for Supply Chains and Networks* , 30 – Jun – 2008
4. Simmel G. , 1978 [1899] , *The Philosophy of money* , London , Routledge
5. Luhmann N. , *Trust and Power* , Wiley , Chichester , New York 1979
6. Dellarocas C. , *The Design of Reliable Trust Management Systems For Electronic Trading Communities* , Sloan School of Mangement , Massachusetts Institute of Technology , 2002
7. Grandison , *Trust Management for Internet Applications* , Imperial College of ScienceTechnology and Medicine , University of London 2003
8. Kini , A. and J. Choobineh , 1998 , *Trust in Electronic Commerce : Definition*

- and Theoretical Considerations*”, Proceedings of the 31<sup>st</sup> Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Big Island, Hawaii 1998
9. Jones, S. and P. Morris, *TRUST-EC: Requirements for Trust and Confidence in E-Commerce, Technical Report*, Technical Report, European Commission Joint Research Centre 1999
10. Lewis, D. and A. Weigert, *Social Atomism, Holism and Trust*, Sociological Quarterly, 1985
11. Mayer, R.C. and J.H. Davis, *An Integrative Model of Organizational Trust*, Academy of Management Review, 1995.
12. Zand, D.E., *Trust and Managerial Problem Solving*, Administrative Science Quarterly, 1972
13. Curral, S. and T. Judge, *Measuring Trust Between Organizational Boundary Role Persons*, Organizational Behaviour and Human Decision Processes, 1995
14. Mui, L., M. Mohtashemi and A. Halberstadt, *A Computational Model of Trust and Reputation for E-Businesses*, In 35<sup>th</sup> Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02). 2002 Big Island, Hawaii
15. Josang, A., *The Right Type of Trust for Distributed Systems*, Proceedings of the Workshop in New Security Paradigms, Lake Arrowhead, California, USA, September 1996
16. Dimitrakos, T., *System Models, e-Risk and e-Trust*, Towards Bridging the Gap?, Proceedings of the 1<sup>st</sup> IFIP conference on e-commerce e-buisness, e-government, Zurich, Switzerland, 2001
17. Misztal B., *Trust in Modern Societies*, Polity press, Cambridge MA 1996

18. Καλυβας Δ. , *Διαχείριση Εμπιστοσύνης* , Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων Πανεπιστήμιο Πειραιά 2010
19. Μπαλταγιάννης Μιχάλης , *Αναπαράσταση και Διαχείριση Εμπιστοσύνης σε Ανοιχτά Πολυπρακτορικά Συστήματα* , Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Ιούνιος 2006
20. M. Blaze , J. Feigenbaum , J. Lacy , *"Decentralized Trust Management"* , IEEE Conf. Security and Privacy , Oakland California , 1996
21. A. Josang , C. Keser , T. Dimitrakos , *"Can We Manage Trust ?"* , In Proceedings of the 3rd International Conference on the Trust Management , (iTrust) , Paris , May 2005
22. Q. Zhang , T. Yu , K. Irwin , *"A Classification Scheme for Trust Functions in the Reputation – Based Trust Management"* , In ISWC ' 2004 , 3rd International Semantic Web Conference , Workshop on " Trust , Security and Reputation on the Semantic Web " , Hiroshima , Japan , 2004
23. M. Wooldridge , *"Intelligent Agents"* , In : G. Weiss , Ed. , Multiagent Systems – A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence , Chap. 1 , MIT Press , Cambridge , MA , 1999
24. M. Wooldbridge , *"An Introduction to MultiAgents Systems"* , J. Wiley and Sons, 2002
25. Δ. Κεχαγιάς , *"Ανάπτυξη Μηχανισμών Πλειοδοσίας για Πράκτορες Ηλεκτρονικών Δημοπρασιών με Χρήση Ιστορικών Δεδομένων"* , Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο , Θεσσαλονίκη , Μάρτιος 2006
26. G. Katsidou , K. Larson , R. Cohen , *"Exchanging reputation information between communities : a payment function approach"* , Proceedings of the 18<sup>th</sup> International joint Conference on Artificial Intelligence , 2009

27. Babak Khosravifar , “*Trust and Reputation in Multi-Agent Systems*” , Concordia University , Montreal , Quebec ,Canada , April , 2012
28. M. Wooldridge , “*Intelligent Agents , Theory and Practice*” , Knowledge Engineering Review , 1995
29. J. M. Bradshaw , “ *An Introduction to Software Agents*” , The MIT Press , 1997
30. Stuart J. Russel , Peter Norvig , “*Artificial Intelligence : A Modern Approach*” , United States of America , New Jersey , Prentice Hall , 1995
31. Alper K. Caglayan , Colin G. Harrison , “*Agent Sourcebook*” , Canada , John Wiley and Sons , 1997
32. Χτζηδημητρίου Κ. , “*Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος πολλών πρακτόρων για τη διαχείριση της προμηθευτικής αλυσίδας*” , Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο , Θεσσαλονίκη , Μάρτιος 2003
33. H. S. Mwana , “*Software Agents : An Overview*” , Vol II , Cambridge University , 1995
34. Edmund H. Dufree , “*Scaling up Agent Coordination Strategies*” , 2001
35. M. Wooldridge , “*Εισαγωγή στα Πολυπρακτορικά συστήματα*” , Εκδόσεις Κλειδάριθμος , Μετάφραση Ασπασία Δασκαλοπούλου Επίκουρος Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
36. [www.python.org](http://www.python.org)
37. F. Bellifemine , F. Bergenti , G. Caire , A. Poggi , “*Jade – A Java Agent Development Framework*” , 2005
38. JADE tutorial , <http://jade.tilab.com/doc/tutorials/JADEProgramming-Tutorial-for-beginners.pdf>